

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-078582

(43)Date of publication of application : 24.03.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/133

G09F 9/00

H05B 33/14

(21)Application number : 08-252195

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 04.09.1996

(72)Inventor : SHIRASAKI TOMOYUKI

YAMADA HIROYASU

SHIOTANI MASA HARU

YOSHIDA TETSUSHI

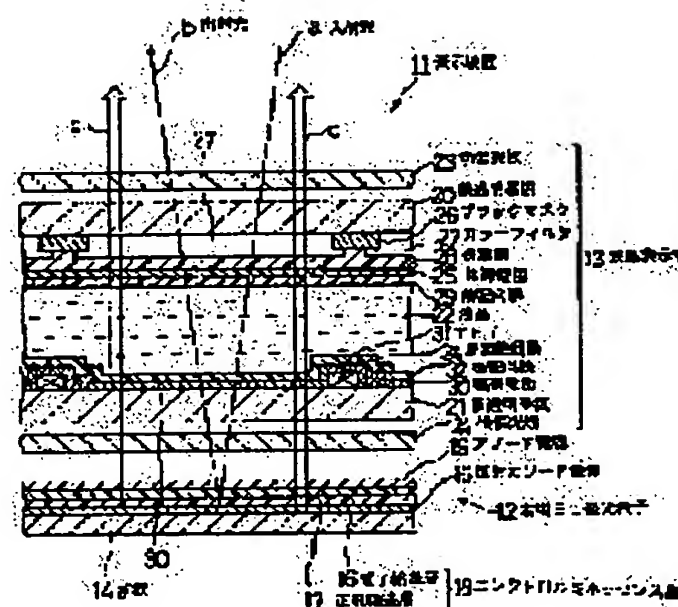
TAKEI MANABU

(54) DISPLAY DEVICE AND ITS DRIVING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the display device which has good contrast in bright, dark conditions and is low in power consumption.

SOLUTION: An organic EL light emitting element 12 is arranged at the back of a liquid crystal display section 13 as a back light and a reflection plate. Starting from the front side, the element 12 is formed by an anode electrode 19 consisting of ITO, an electroluminescence layer 18 made of an EL material and a reflection cathode electrode 15 made of MgIn having a reflectivity. Thus, external light beams are efficiently reflected by the electrode 15 and become the light beams for a display. Moreover, if the element 12 is driven, the emitted light beams are used for approximately 100% as display light beams. Thus, the display device having good contrast and low power consumption is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

✓ [Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal display panel one transperence substrate side of whose it has the liquid crystal inserted between the transperence substrates of the pair which has an electrode, respectively, and is the screen, The front electrode in which permeability is shown to the light, and the back electrode in which reflexibility is shown to the light, The organic electroluminescence layer which emits light by being arranged between said front electrode and a back electrode, showing permeability to the light substantially, and impressing the electrical potential difference of a predetermined value between said front electrode and a back electrode, The display characterized by having the organic EL panel which ****(ed), countered said liquid crystal display panel, and has been arranged.

[Claim 2] Said organic electroluminescence layer is a display according to claim 1 characterized by carrying out white luminescence by having the red luminescent material which emits light in red, the green luminescent material which emits light green, and the blue luminescent material which emits light blue, and impressing the electrical potential difference of a predetermined value between said front electrodes and said back electrodes.

[Claim 3] Said organic electroluminescence layer is a display according to claim 1 characterized by carrying out blue white luminescence by having the red luminescent material which emits light in red, the green luminescent material which emits light green, and the blue luminescent material which emits light blue, and impressing the electrical potential difference of a predetermined value between said front electrodes and said back electrodes.

[Claim 4] Said organic electroluminescence layer is a display according to claim 1 characterized by having the electron hole transportation layer which has a polyvinyl carbazole, 2 and 5-screw (1-naphthyl) OKISA diazole, and luminescent material, and the electronic transportation layer which consists of a tris (8-KINORI rate) aluminum complex.

[Claim 5] The display according to claim 1 characterized by locating said front electrode and said organic electroluminescence layer between said back electrodes and said liquid crystal display panels.

[Claim 6] Said organic EL panel is a display according to claim 1 characterized by having the substrate which shows permeability to said back electrode side to the light.

[Claim 7] It is the display according to claim 1 which said front electrode is an anode electrode which injects an electron

hole into said organic electroluminescence layer, and is characterized by said back electrode being a cathode electrode which injects an electron into said organic electroluminescence layer.

[Claim 8] Said liquid crystal display panel is a display according to claim 1 characterized by having the color filter.

[Claim 9] Said liquid crystal display panel is a display according to claim 1 characterized by equipping at least one side of the transparence substrate of said pair with the polarizing plate.

[Claim 10] Said liquid crystal display panel is a display according to claim 1 characterized by carrying out outgoing radiation of the light of the color set up by a birefringence operation of said liquid crystal which changes according to the electrical potential difference which equipped at least one side of the transparence substrate of said pair with the polarizing plate, and was impressed to the electrode of the transparence substrate of said pair, and the polarization of said polarizing plate, and brightness from said screen.

[Claim 11] The liquid crystal display panel which has the liquid crystal inserted between the transparence substrates of the pair in which the electrode was prepared, respectively, and has the screen in one transparence substrate side, The front electrode in which permeability is shown to the light,

and the back electrode in which reflexibility is shown to the light, The organic electroluminescence layer which emits light by being arranged between said front electrode and a back electrode, showing permeability to the light substantially, and impressing the electrical potential difference of a predetermined value between said front electrode and a back electrode, The organic EL panel which ****(ed), countered said liquid crystal display panel, and has been arranged, The reflective display which reflects the light by which incidence was carried out to said liquid crystal from said screen of a preparation and said liquid crystal display panel with said back electrode of said organic EL panel, and carries out outgoing radiation to said screen, The drive approach of the display characterized by changing the transparency display which carries out outgoing radiation of the light of said organic EL panel which emits light with the electrical potential difference impressed between said front electrode and the back electrode from said screen through said liquid crystal of said liquid crystal display panel.

[Claim 12] The light by which incidence was carried out to said liquid crystal from said screen in said reflective display is the drive approach of the display according to claim 11 characterized by penetrating said front electrode and said

organic electroluminescence layer.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the liquid crystal display which has a reflective mold display function and a transparency mold display function in more detail about a display.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since the formation of thin lightweight is possible, the liquid crystal display is used as a display of various electronic equipment. In recent years, computerization is beginning to permeate to individual level and the portable personal computer (notebook sized personal computer), the Personal Digital Assistant, etc. have spread. Since such electronic equipment is portable, it needs to hold down power consumption as much as possible. For this reason, in the portable electronic device, the liquid crystal display of the reflective mold which reduced the power needed for losing a back light is used. However, such a liquid crystal display cannot see a display in a dark location or night (dark condition), although outdoor daylight can acquire good contrast [in the bright daytime (*****)]. Here, considering the liquid crystal display of the transparency mold equipped with the back light instead of a reflective mold, by *****, the brightness of a back light

cannot acquire good contrast by 200 cd/m² to the ability to acquire contrast with the brightness of a back light sufficient by about two 20 cd/m in the dark condition, either. Then, the liquid crystal display equipped with the reflective mold display function as shown in drawing 28 , and the transparency mold display function is developed. As this liquid crystal display is shown in drawing 28 , the half-transparency half reflective film (half mirror) 2 is arranged behind the liquid crystal display section, and the back light system 3 (it consists of a lamp 4, a light guide plate 5, etc.) is arranged behind the half-transparency half reflective film 2. The half-transparency half reflective film 2 is the structure which prepared the reflecting layer in the top face of a base film, and prepared the scattering layer in the inferior surface of tongue, penetrates a part of light which carries out incidence, and has the function to reflect the remaining light.

[0003] Hereafter, the display operation in this conventional liquid crystal display is explained briefly. The outdoor daylight in ***** which carries out incidence to the liquid crystal display section 1 is shown by the inside A of drawing. This outdoor daylight A passes the liquid crystal display section 1, and it carries out incidence to the half-transparency half reflective film 2. At this time, a part penetrates the half-transparency half

reflective film 2 as transmitted light A3, and the remaining light reflects incident light A1 as the reflected light A2. Incidence of this reflected light A2 is carried out to the liquid crystal display section 1, outgoing radiation of display light A4 according to the orientation condition of liquid crystal is carried out from the screen, and a display is performed. Moreover, in a dark condition, by turning on the back light system 3, outgoing radiation of the illumination light B is carried out, and this illumination light B penetrates the half-transparency half reflective film 2, and turns into illumination light B1. Here, as for the illumination light B, light penetrates the half-transparency half reflective film 2 in part, and a part of these transmitted light turns into illumination light B1. When the illumination light B1 carries out incidence to the liquid crystal display section, the display according to the orientation condition of liquid crystal is attained.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional liquid crystal display, in order for a part of incident light A1 (A3) which makes outdoor daylight A the origin to penetrate the half-transparency half reflective film 2, the quantity of light of the reflected light A2 decreases, and there is a problem

that good contrast cannot be taken. By passing the half-transparency half reflective film 2, the quantity of light decreases sharply and the illumination light B which, on the other hand, makes the origin the back light system 3 used in the state of dark turns into illumination light B1. That is, light from the back light system 3 cannot be efficiently used for a display. For this reason, in a dark condition, it is requested that the luminescence engine performance of the back light system 3 should be improved for acquiring good contrast, power consumption increases, and the problem that continuation display time is quick cannot be avoided especially in a portable liquid crystal display.

[0005] Moreover, in the liquid crystal display which prepares a color filter and performs a multicolor display, the spectrum of outdoor daylight and back light light which carried out incidence to the color filter is carried out to a predetermined wavelength region with a color filter, and outgoing radiation is carried out. Namely, although it has the function to which the light of wavelength regions other than a red wavelength region is absorbed, and outgoing radiation of the light of a red wavelength region is carried out if it is a red color filter. Since outgoing radiation is carried out partially, without the ability shading completely any light other than a red wavelength region, in order for color

purity to fall and to also absorb the light of a red wavelength region a little in addition to the light of a red wavelength region, brightness was low as a whole and the problem that a contrast ratio was small had arisen. In the case of the half-transparency half reflective mold liquid crystal display which prepared the color filter in the screen side to liquid crystal especially Outdoor daylight must pass a color filter and liquid crystal by a unit of 2 times as a reflective mold. To the light of the back light as a transparency mold passing a color filter and liquid crystal by a unit of 1 time, the rate of the outgoing radiation light to incident light was remarkably low, and there was also a problem that the difference of the display condition between the display as a reflective mold and the display as a transparency mold was large.

[0006] On the other hand, there is a liquid crystal display of an ECB (birefringence effectiveness) mold as a liquid crystal display which performs color specification without a color filter.

[0007] The ECB mold liquid crystal display of a reflective mold has the composition of having arranged the polarizing plate which has a polarization shaft on both the external surface of the liquid crystal cell which comes to insert liquid crystal between the substrates of a pair, and having formed the reflecting plate in it at the lower part of one polarizing plate. In such a liquid crystal

display, the linearly polarized light of the outdoor daylight is carried out by operation of the polarizing plate of another side, in case this light passes liquid crystal, it becomes the elliptically polarized light from which a polarization condition differs according to a birefringence operation of liquid crystal, and in case one polarizing plate is passed further after that, it polarizes directly. As the light of a predetermined wavelength region, i.e., a light of a predetermined color, after it is reflected with a reflecting plate and the light which polarized directly [this] penetrates the polarizing plate which is one side again, it turns into elliptically polarized light from which a polarization condition differs according to a birefringence operation of liquid crystal, and outgoing radiation is carried out to the last by the polarization of the polarizing plate of another side. Therefore, color specification of the above-mentioned liquid crystal display is carried out without a color filter by a birefringence operation of liquid crystal and the polarization of both polarizing plates. By the way, liquid crystal changes polarizability in connection with an array condition changing according to applied voltage. That is, since the polarization condition of the light by which outgoing radiation is carried out from liquid crystal to a polarizing plate according to applied voltage changes, the applied voltage which joins liquid crystal can be

controlled and the color of the same pixel can be changed.

[0008] However, even if it was such an ECB mold liquid crystal display, as shown in drawing 29, the light to the light by which incidence is carried out which carries out outgoing radiation came out comparatively, a certain rates of outgoing radiation differed extremely for every color, and only the display of brightness balance spoiled remarkably was completed.

[0009] The first technical problem which this invention tends to solve is in the point what kind of means should be provided for obtaining the display which can perform the display which has good contrast in *****, and can perform the display which has good contrast also in a dark condition with a low power. The second technical problem which this invention tends to solve is offering the liquid crystal display which performs the good display of the brightness balance of each color.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The liquid crystal display panel one transperence substrate side of whose it has the liquid crystal inserted in the display in invention according to claim 1 between the transperence substrates of the pair which has an electrode, respectively, and is the screen, It is arranged between the back electrode in which reflexivity is shown to the front

electrode and the light which show permeability to the light, said front electrode, and a back electrode. Permeability is substantially shown to the light, and it has the organic electroluminescence layer which emits light by impressing the electrical potential difference of a predetermined value between a front electrode and a back electrode, and is characterized by having the organic EL panel which countered the liquid crystal display panel and has been arranged.

[0011] In invention according to claim 1, after it passes the liquid crystal of a liquid crystal display panel, it is reflected by the back electrode of an organic EL panel, and the light by which incidence was carried out to the liquid crystal display panel from the screen passes liquid crystal again, and from the screen, it carries out outgoing radiation and it displays it. Moreover, if the electrical potential difference of a predetermined value is impressed between the front electrode of an organic EL panel, and a back electrode, an electron and an electron hole are injected into an organic electroluminescence layer, luminescence accompanying the recombination of an electron and an electron hole arises [in an organic electroluminescence layer], liquid crystal will be passed and outgoing radiation of this light will be carried out from the screen. Since an organic EL panel can set up an electrode and an

organic electroluminescence layer very thinly, while there is little loss by the light absorption of these members and it can carry out outgoing radiation of the light of high brightness from the screen also in any of a reflective display and a transparency display, gap of the display image which becomes remarkable as compared with the thickness of the member which passes display light can perform a small display. Therefore, since a good reflective display and transparency display of luminous efficiency can be performed without using a half-transparency half reflecting plate, power consumption in a transparency display can be made small.

[0012] Moreover, since the luminescent color of an organic EL panel can be set as arbitration by adding the luminescent material of arbitration in an organic electroluminescence layer, the color and brightness of display light by operation of liquid crystal, a polarizing plate, etc. can be amended, and color purity and brightness balance can be improved.

[0013] The liquid crystal display panel which while has the liquid crystal inserted in the drive approach of a display in invention according to claim 11 between the transparence substrates of the pair in which the electrode was prepared, respectively, and has the screen in a transparence substrate side, It has the organic electroluminescence layer which emits light by being arranged

between the back electrode in which reflexivity is shown to the front electrode and the light which show permeability to the light, a front electrode, and a back electrode, showing permeability to the light substantially, and impressing the electrical potential difference of a predetermined value between a front electrode and a back electrode. The reflective display which is equipped with the organic EL panel which countered the liquid crystal display panel and has been arranged, reflects the light by which incidence was carried out to liquid crystal from the screen of a liquid crystal display panel with the back electrode of an organic EL panel, and carries out outgoing radiation to the screen, It is characterized by changing the transparency display which carries out outgoing radiation of the light of said organic EL panel which emits light with the electrical potential difference impressed between said front electrode and the back electrode from said screen through said liquid crystal of said liquid crystal display panel.

[0014] Since the luminescent color of an organic EL panel can be set as arbitration when gap of a display image can perform a small display and adds the luminescent material of arbitration in an organic electroluminescence layer while being able to carry out outgoing radiation of the light of high brightness from the screen also in any of a reflective display and a

transparency display, the color and brightness of display light by operation of liquid crystal, a polarizing plate, etc. can be amended, and color purity and brightness balance can be improved. Furthermore, since the transparency display with larger power consumption according to an environment (surrounding brightness) than a reflective display and a reflective display can be changed, if waste of power consumption can be controlled and the indicating equipment of this invention is used as portable, it will become nothing exchanging dc-batteries a prolonged continuation display possible.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the detail of the display concerning this invention is explained based on an operation gestalt.

(Operation gestalt 1) Drawing 1 is the sectional view showing the operation gestalt 1 of the display concerning this invention. the organic electroluminescence light emitting device 12 which 11 in the said drawing is a display and has been arranged back relatively, and the liquid crystal display section 13 arranged ahead of this organic electroluminescence light emitting device 12 -- since -- the profile configuration is carried out.

[0016] First, the configuration of the organic electroluminescence light emitting device 12 is explained. As for the

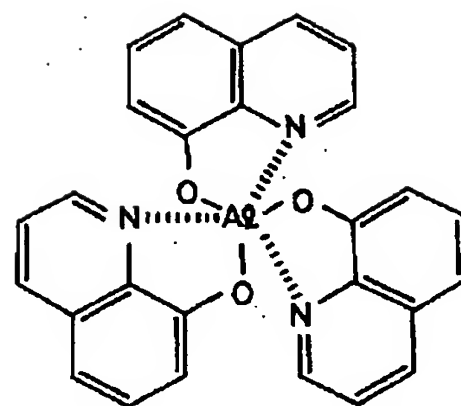
organic electroluminescence light emitting device 12, the metal 15 of light reflex nature as a posterior part electrode, for example, the reflective cathode electrode which becomes by MgIn, is formed on the substrate 14 which becomes with glass. In addition, it is close to the electron affinity of electronic transportation layer 16 ingredient reflected in the level of a minimum sky molecular orbital (LUMO) of the ingredient of the electronic transportation layer 16 which an ingredient with a low work function is desirable, and the electron affinity (eV) mentions later from a viewpoint of electron emission nature as an ingredient of the reflective cathode electrode 15, or it is desirable that it is smaller than it. Moreover, the ingredient which has reflexivity from a viewpoint of light reflex nature to the light (400nm or more electromagnetic wave 800nm or less) more is desirable. This reflective cathode electrode 15 has the viewing area of the liquid crystal display section 13, and a corresponding configuration and area. Moreover, the reflective cathode electrode 15 can be formed using a spatter etc. so that it may become the thickness of arbitration, and it is mirror plane structure with a smooth reflector.

[0017] On the reflective cathode electrode 15, the electronic transportation layer 16 which has corresponding configuration and area with a viewing area and which

becomes by Alq3 is formed similarly. The thickness of this electronic transportation layer 16 is 20nm - about 100nm, and is formed using vacuum deposition. Moreover, on the electronic transportation layer 16, the electron hole transportation layer 17 which comes to mix PVCz, BND, and luminescent material suitably is formed of wet membrane formation of a DIP coat or a spin coat method. The thickness of this electron hole transportation layer 17 is set as 20nm - about 100nm. The mole fraction to a PVCz unit unit is mixed at a rate of about 10 / 100 - 20/100, and BND has a relative band gap to an anode electrode to which impregnation and transportation of an electron hole into the electron hole transportation layer 17 are urged. And the electroluminescence layer 18 consists of these electronic transportation layer 16 and an electron hole transportation layer 17. The thickness of this electroluminescence layer 18 is set to about 0.15 micrometers. In addition, the structure expression of Alq3, PVCz, and BND is shown below.

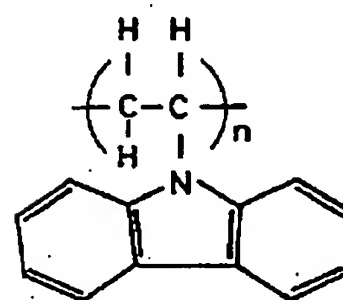
[0018]

[Formula 1]



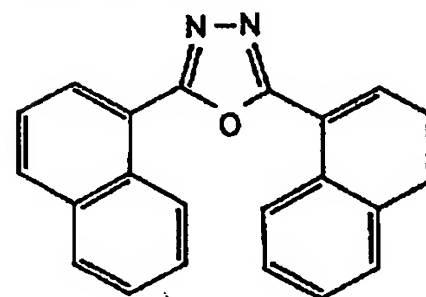
Alq3

[Formula 2]



PVCz

[Formula 3]

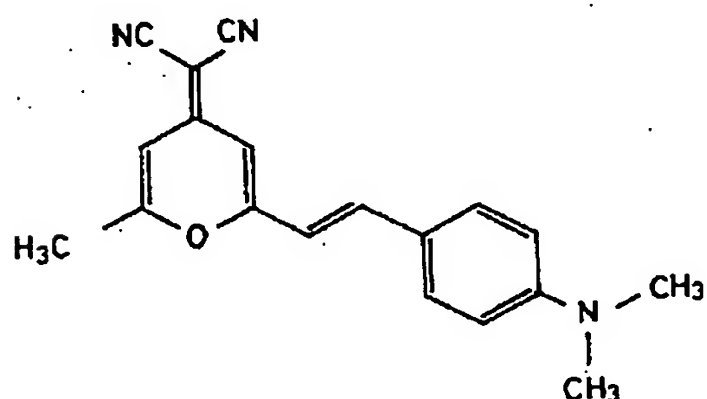


BND

[0019] Luminescent material absorbs the light of a predetermined wavelength region, is a dopant which consists of red and a photoluminescence (photoluminescence) ingredient which emits light green and blue, respectively, and is doped by the electron hole transportation layer and/or the electronic

transportation layer. As a red dopant, there is 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4 H-pyran (following, DCM1), and the orange thru/or red luminescence which has a luminescence peak near 600nm as shown in drawing 16 is produced. The structure expression of DCM1 is shown below.

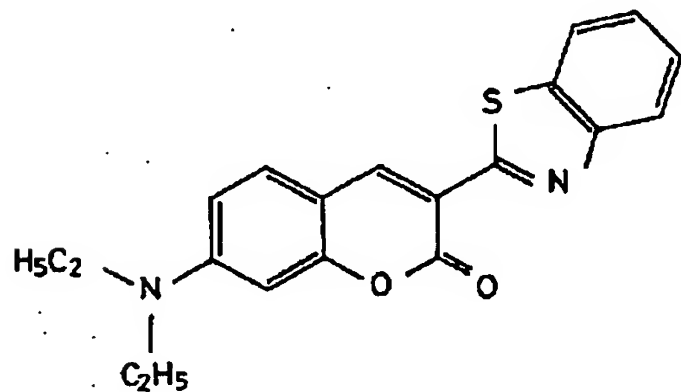
[Formula 4]



DCM1

As a green dopant, there is 3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (the following, coumarin 6), and green luminescence which has a peak in 500nm - 550nm as shown in drawing 16 is shown. The structure expression of a coumarin 6 is shown below.

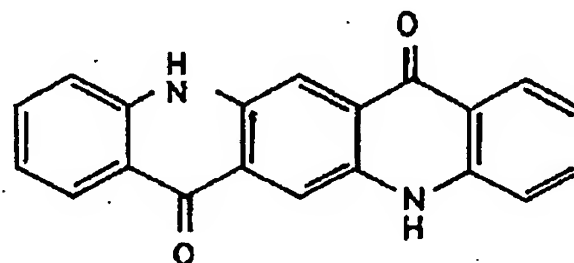
[Formula 5]



クマリン6

There is quinaqidone (following, Quinacridone) as other green dopants. The structure expression of Quinacridone is shown below.

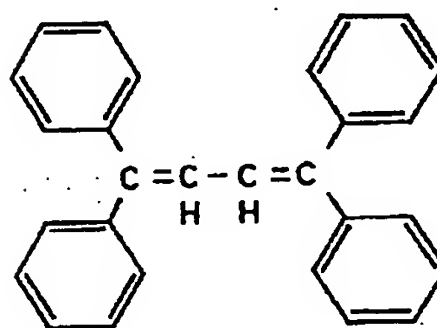
[Formula 6]



キナクリドン

As a blue dopant, there are bis(2 and 2'-diphenylvinylene) biphenyl, and tetraphenylbenzidine (following, TPB), 4, and 4' 4, 4'-bis(2-carbazole) (vinylene) biphenyl, a tetraphenylbutadiene derivative, a cyclopentadiene derivative, an oxadiazole derivative, etc. The structure expression of TPB is shown below.

[Formula 7]



TPB

the spectrum of the color filter which about 1 / 100 - 4/100 come out comparatively, and the mole fraction to a PVCz unit unit is mixed, and mentions a red dopant, a green dopant, and a blue dopant later, respectively -- the amount of dopes is adjusted in accordance with a spectrum.

[0020] The anode electrode 19 is formed in the whole surface on the electroluminescence layer 18. This anode electrode 19 is formed with the electrode material which has permeability to the light which emits light by outdoor daylight and the organic electroluminescence light emitting device 12, for example, ITO, and that thickness is set as about 0.05 micrometers.

[0021] As mentioned above, although the configuration of the organic electroluminescence light emitting device 12 of a display 11 was explained, as described above, the reason which can make thickness of the electroluminescence layer 18 thin can be realized that the membrane formation controllability of the organic film is good, and by originating including the properties of an ingredient, such as charge impregnation nature, and considering especially as an organic electroluminescence light emitting device. And attenuation by absorption of the outdoor daylight which carries out incidence of it to 0.1 micrometers - about 0.2 micrometers since the thickness

which set the electroluminescence layer 18 and the anode electrode 19 is also thin can be made very small. Moreover, in such an organic electroluminescence light emitting device 12, it can control that the phenomenon (glitteringly) of a flicker (flicker phenomenon) occurring in the display screen, or the display screen continuing partially when outdoor daylight reflects with the anode electrode 19 or reflects with the reflective cathode electrode 15 so that the operation which carries out a postscript may describe, and shining occurs.

[0022] Next, the outline of the configuration of the liquid crystal display section 13 is explained. as shown in drawing 1, the closure of the TN liquid crystal 22 by which twist pneumatic orientation was carried out to 90 degrees of abbreviation is carried out to the gap which the liquid crystal display section 13 comes out with the sealant which is not illustrated the transparence substrate 20 and after transparence substrate 21 side before making a pair, and is formed, and the liquid crystal cell is constituted. And the front polarizing plate 23 is arranged ahead of the last transparence substrate 20, and the back polarizing plate 24 is arranged behind the back transparence substrate 21. Each polarization shaft intersects perpendicularly mutually, and the front polarizing plate 23 and the back polarizing plate 24 are arranged

according to the orientation of liquid crystal. As for the detailed configuration by the side of the last transparence substrate 20, the black mask 26 and the color filter 27 are arranged and formed suitably at the opposite medial surface of the last transparence substrate 20. A color filter 27 consists of red, an R filter which carries out the spectrum of each green and blue color, respectively, a G filter, and a B filter, and R filter, G filter, and B filter are carrying out the shape of a stripe, and the dot array corresponding to the pixel electrode 30 mentioned later, respectively. Moreover, the protective coat 28 which has transparency is formed on these black mask 26 and a color filter 27, the common electrode 25 which has 70% or more of permeability to the light which consists of ITO is formed over the whole viewing-area surface on a protective coat 28, and it consists of polyimide by which orientation processing was carried out on the common electrode 25. The front orientation film 29 is formed. On the other hand, according to the pixel array, the a large number array of the thin film transistor (TFT) 31 which is the switching element connected to the pixel electrode 30 and the pixel electrode 30 which become by ITO is carried out at the opposite medial surface of the back transparence substrate 21. An array pattern has the matrix array arranged together with the direction of a train

which intersects perpendicularly with a line writing direction and it, the so-called delta array which the pixel electrode 30 of the train which adjoins the train of the pixel electrode 30 which made one period R, G, and B of a corresponding color filter shifted the semicircle term. The gate electrode is connected to the gate line which outputs a selection electrical potential difference, and TFT31 is connected to the drain line on which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the interlayer insulation film 34 which consists of silicon nitride is carried out, it consists of polyimide on the pixel electrode 30 and an interlayer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these [TFT31].

[0023] Luminescent material absorbs the light of a predetermined wavelength region, is a dopant which consists of red and a photoluminescence (photoluminescence) ingredient which emits light green and blue, respectively, and is doped by the electron hole transportation layer and/or the electronic transportation layer. As a red dopant, there is 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4 H-pyran (following, DCM1), and the orange thru/or red luminescence which has a luminescence peak near 600nm as shown in drawing 16

is produced. The structure expression of DCM1 is shown below.

[Formula 4]

[0024] As a green dopant, there is 3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (the following, coumarin 6), and green luminescence which has a peak in 500nm - 550nm as shown in drawing 16 is shown. The structure expression of a coumarin 6 is shown below.

[Formula 5]

[0025] There is quinaquidone (following, Quinacridone) as other green dopants. The structure expression of Quinacridone is shown below.

[Formula 6]

[0026] As a blue dopant, there are -bis(2 and 2'-diphenylvinylene) biphenyl, and tetraphenylbenzidine (following, TPB), 4, and 4' 4, 4'-bis(2-carbazole) (vinylene) biphenyl, a tetraphenylbutadiene derivative, a cyclopentadiene derivative, an oxadiazole derivative, etc. The structure expression of TPB is shown below.

[Formula 7]

[0027] the spectrum of the color filter which about 1 / 100 - 4/100 come out comparatively, and the mole fraction to a PVCz unit unit is mixed, and mentions a red dopant, a green dopant, and a blue dopant later, respectively -- the amount of dopes is adjusted in accordance with a spectrum.

[0028] The anode electrode 19 is formed in the whole surface on the

electroluminescence layer 18. This anode electrode 19 is formed with the electrode material which has permeability to the light which emits light by outdoor daylight and the organic electroluminescence light emitting device 12, for example, ITO, and that thickness is set as about 0.05 micrometers.

[0029] As mentioned above, although the configuration of the organic electroluminescence light emitting device 12 of a display 11 was explained, as described above, the reason which can make thickness of the electroluminescence layer 18 thin can be realized that the membrane formation controllability of the organic film is good, and by originating including the properties of an ingredient, such as charge impregnation nature, and considering especially as an organic electroluminescence light emitting device. And attenuation by absorption of the outdoor daylight which carries out incidence of it to 0.1 micrometers - about 0.2 micrometers since the thickness which set the electroluminescence layer 18 and the anode electrode 19 is also thin can be made very small. Moreover, in such an organic electroluminescence light emitting device 12, it can control that the phenomenon (glitteringly) of a flicker (flicker phenomenon) occurring in the display screen, or the display screen continuing partially when outdoor daylight reflects with the anode electrode

19 or reflects with the reflective cathode electrode 15 so that the operation which carries out a postscript may describe, and shining occurs.

[0030] Next, the outline of the configuration of the liquid crystal display section 13 is explained. as shown in drawing 1, the closure of the TN liquid crystal 22 by which twist pneumatic orientation was carried out to 90 degrees of abbreviation is carried out to the gap which the liquid crystal display section 13 comes out with the sealant which is not illustrated the transparence substrate 20 and after transparence substrate 21 side before making a pair, and is formed, and the liquid crystal cell is constituted. And the front polarizing plate 23 is arranged ahead of the last transparence substrate 20, and the back polarizing plate 24 is arranged behind the back transparence substrate 21. Each polarization shaft intersects perpendicularly mutually, and the front polarizing plate 23 and the back polarizing plate 24 are arranged according to the orientation of liquid crystal. As for the detailed configuration by the side of the last transparence substrate 20, the black mask 26 and the color filter 27 are arranged and formed suitably at the opposite medial surface of the last transparence substrate 20. A color filter 27 consists of red, an R filter which carries out the spectrum of each green and blue color, respectively, a G

filter, and a B filter, and R filter, G filter, and B filter are carrying out the shape of a stripe, and the dot array corresponding to the pixel electrode 30 mentioned later, respectively. Moreover, the protective coat 28 which has transparency is formed on these black mask 26 and a color filter 27, the common electrode 25 which has 70% or more of permeability to the light which consists of ITO is formed over the whole viewing-area surface on a protective coat 28, and it consists of polyimide by which orientation processing was carried out on the common electrode 25. The front orientation film 29 is formed. On the other hand, according to the pixel array, the a large number array of the thin film transistor (TFT) 31 which is the switching element connected to the pixel electrode 30 and the pixel electrode 30 which become by ITO is carried out at the opposite medial surface of the back transparence substrate 21. An array pattern has the matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it, the so-called delta array which the pixel electrode 30 of the train which adjoins the train of the pixel electrode 30 which made one period R, G, and B of a corresponding color filter shifted the semicircle term. The gate electrode is connected to the gate line which outputs a selection electrical potential difference, and TFT31 is

connected to the drain line on which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the interlayer insulation film 34 which consists of silicon nitride is carried out, it consists of polyimide on the pixel electrode 30 and an interlayer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these [TFT31].

[0031] The operation and actuation in the case where reflect outdoor daylight and the display 11 of such a configuration is used hereafter, and the case (when using in the state of dark) of carrying out a luminescence drive and using the organic electroluminescence light emitting device 12 (when using by *****) are explained.

[0032] (When using by *****) When using this display 11 by *****, it uses by making the organic electroluminescence light emitting device 12 into an OFF state. The arrow head a of drawing 1 shows the incident light which is outdoor daylight, and an arrow head b shows outgoing radiation light. First, incident light a passes the liquid crystal display section 13, and it carries out incidence to the organic electroluminescence light emitting device 12. Incident light a receives the polarization of the front polarizing plate 23, liquid crystal 22, and the back polarizing plate 24, and incidence is carried out to the organic electroluminescence light emitting device

12. This incident light a passes the anode electrode 19 and the electroluminescence layer 18, and is reflected with the reflective cathode electrode 15. At this time, drawing 2 can show actual reflection generally. In addition, in drawing, the optical refractive index of the anode electrode 19 and the electroluminescence layer 18 is disregarded and shown. As shown in this drawing, incident light a is mainly divided into the outgoing radiation light b reflected with the reflective cathode electrode 15, and the outgoing radiation light b1 which a pole part reflects on the front face of the anode electrode 19. The distance d of these outgoing radiation light b and the outgoing radiation light b1 can be expressed with $d = t \cdot \sin^2 \theta / \cos \theta$, if the sum of the thickness of the anode electrode 19 and the electroluminescence layer 18 is set to t and it sets an incident angle to θ . Here, it is set to about $d = 0.2$ micrometers, if it is $t = 0.2$ micrometers when it is $\theta = 30$ degrees of incident angles. Thus, with this operation gestalt, since the sum of the thickness of the anode electrode 19 and the electroluminescence layer 18 can be small stopped by having used the organic electroluminescence ingredient, the distance d of the reflected lights b and b1 becomes very short. In addition, even if it considers the refractive index of the electroluminescence layer 18, it becomes

the same value as abbreviation. For this reason, the phenomenon (glitteringly) of making a screen generating a flicker (flicker phenomenon) since it is so short that that spacing can be disregarded with the naked eye even if the display light of a duplex is formed, when the reflected lights b and b1 carry out incidence to the liquid crystal display section 13 and outgoing radiation is carried out ahead, or the display screen continuing partially, and shining is not generated. Moreover, when incident light a is reflected with the reflective cathode electrode 15, since the thickness of the anode electrode 19 and the electroluminescence layer 18 is very thin, the outgoing radiation light b has small loss of the quantity of light, and can secure sufficient quantity of light to a display.

[0033] (When using in the state of dark)
When using this display 11 in the state of dark, it uses by making the organic electroluminescence light emitting device 12 into an ON state. The rough energy diagram of the organic electroluminescence light emitting device 12 at this time is shown in drawing 3. The luminescence process of the organic EL device of the two-layer structure of the electronic transportation layer which turns into an electron hole transportation layer which becomes drawing 3 from PVCz, BND, and luminescent material from Alq3 is shown. Here, if it depends for migratory [of the electron within an

organic carrier transportation layer] on the level of lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) of each ingredient, it depends for migratory [of an electron hole] on the level of highest occupied molecular orbital (HOMO) and it puts in another way, migration of the particle which has these charges will be reflected in the upper limit and minimum of a band gap of each ingredient. [of a proper] As the whole containing an electrode, an electron will be reflected in the electron affinity (eV) of each ingredient, and an electron hole will be reflected in the ionization energy (eV) of each ingredient.

[0034] First, although there is a potential barrier between the electron affinity of cathode and LUMO of Alq3 about impregnation of the electron from a cathode electrode to an electronic transportation layer (ETL), it can get over and realize by impressing the electrical potential difference of a predetermined value between cathode and anode. And although there is a potential barrier between the ionization energy of anode and HOMO of the ingredient in HTL about impregnation of the electron hole from an anode electrode to an electron hole transportation layer (HTL), it can get over and realize by impressing an electrical potential difference between cathode and anode.

[0035] Next, about migration of the electron hole in HTL, as shown in

drawing 4 , the hopping transmission which moves in the trapping site formed of mixing with PVCz and BND serves as a subject. That is, the electron hole which overcame gapA which is the difference of the ionization energy of anode and HOMO of BND by impression of an electrical potential difference overcomes gapB between HOMO of BND, and HOMO of PVCz one after another, and goes to ETL. Moreover, although some electrons poured into Alq3 overcome gapE by impression of an electrical potential difference, since gapD is large, it stops near an interface with ETL in HTL, and generates 1-fold term exciton which does not have a lifting and a charge for the electron hole to which the inside of HTL is conveyed, and recombination. The remaining electron generates an one-fold lifting term exciton for the electron hole and recombination which were poured in within ETL. Although 1-fold term exciton results in deactivation after carrying out irregular migration of about 10nm, luminescent material is supplemented with it and it emits light in the light of a predetermined wavelength region.

[0036] Drawing 5 is each light absorption spectrum of PVCz of a monolayer, the PVCz layer by which the coumarin 6 was doped, and the coumarin 6 which exists by 2.85×10^{-5} (mol/l) in ethanol. Among drawing, a broken line (a) is the absorption spectrum of PVCz, a

continuous line (b) is the absorption spectrum of a PVCz layer with which the coumarin 6 was doped, and an alternate long and short dash line (c) is the absorption spectrum of the ethanol solution of a coumarin 6. A coumarin 6 has an absorption peak near 400nm - 500nm in PVCz from a continuous line (a) and a continuous line (b), and the PVCz itself mainly has the property which absorbs light 350nm or less.

[0037] Drawing 6 is the spectrum Fig. of the EL (electroluminescence) property of a PVCz monolayer, and PL (photoluminescence) property. A drawing destructive line is an emission spectrum by impression of an electrical potential difference, and a continuous line is an emission spectrum by the extinction of the light of a predetermined wavelength region. PVCz has EL peak and PL peak in about 400nm.

[0038] In the case of the monolayer mold of PVCz, produce luminescence to which the PVCz itself has a peak in about 400nm by the recombination of an electron and an electron hole, and a coumarin 6 absorbs this part, and have become luminescence of the duplex of emitting light from drawing 5 and 6, but In the organic electroluminescence light emitting device 12 of the two-layer structure of this operation gestalt, as shown in drawing 16 , PVCz does not almost have luminescence of 400nm peak, and since only luminescence of

luminescent material is checked, it is guessed that conversion efficiency is performed very good.

[0039] According to such an operation, the organic electroluminescence light emitting device 12 of this operation gestalt can be driven on low-battery conditions, and can attain low-power-ization. For this reason, the portability of a display 11 can be raised. Moreover, since luminescence with an organic EL device 12 takes place near the interface of the electron hole transportation layer 17 and the electronic transportation layer 16 as described above, it does not almost have loss of the quantity of light that light should just pass the electron hole transportation layer 17 and the anode electrode 19 in the direction of thickness substantially. For this reason, the light for a display of sufficient quantity of light can be generated. Furthermore, since smooth and uniform thickness can be formed by having constituted the electroluminescence layer from an organic compound, it can consider as the good lighting of the homogeneity within a field of luminescence. In addition, since low-power-ization is attained as described above when using in the state of dark, a cell drive may be performed and a power source may be made to take and drive from a plug socket.

[0040] As mentioned above, although the operation gestalt 1 was explained, the

case where inorganic EL ingredient is used as an electroluminescence layer here, and the above-mentioned operation gestalt 1 are compared and examined. In the operation gestalt 1, the thickness of an electroluminescence layer is about 0.15 micrometers, and can form evenly using a spin coating method. On the other hand, if inorganic EL ingredient, for example, EL ingredient of a titanium system, is applied to an electroluminescence layer, EL thickness from which suitable effective electric field and suitable luminescence are obtained will be set to dozens of micrometers. For this reason, in the case of inorganic EL light emitting device, the distance d of the reflected lights explained using drawing 2 in the above-mentioned operation gestalt 1 becomes long sharply from the distance d of the operation gestalt 1. Moreover, light is emitted by the recombination of the electron and electron hole where the luminescence mechanism was poured in into the electroluminescence layer in the operation gestalt 1. Such an electroluminescence layer can be caught in semi-conductor. On the other hand, in inorganic EL light emitting device, it is thought by introducing an electron by the tunnel effect etc. into an electroluminescence layer, being accelerated by the high electric field currently impressed to the electroluminescence layer, colliding with

a luminescent center, and giving energy that luminescence is caused. That is, the mechanism of inorganic EL light emitting device can be caught in dielectric breakdown. If it thinks from this point, it can be said that it is easy to attain low-power-ization rather than the case where the direction at the time of using an organic system electroluminescence layer uses an inorganic system electroluminescence layer. In addition, since luminescent material cannot be added in a luminous layer in inorganic EL light emitting device, control which emits light in the color of arbitration like an organic electroluminescence light emitting device is very difficult.

[0041] With this operation gestalt, both the color by the color filter 27 and the color by the organic electroluminescence light emitting device 12 can be set up, and the difficult color specification according to the purpose becomes possible only with a color filter 27. With the above-mentioned operation gestalt, although the reflector was smooth mirror plane structure, the reflective cathode electrode 15 can perform a uniform display while the angle of visibility of a liquid crystal display will also spread, if the structure of forming and scattering irregularity over a reflector is applied. Moreover, the organic EL device excels the inorganic EL element in the point which can perform a setup of the luminescent color by adding the

luminescent material which emits light in the light of the wavelength region of arbitration. For this reason, in this operation gestalt, in addition to the configuration of the polarizing plate which carries out the linearly polarized light, the phase contrast plate which carries out elliptically polarized light, or liquid crystal, since a foreground color can be set up with the luminescent color of the organic electroluminescence light emitting device 12, selection of a color with more wide width of face is attained.

[0042] (Operation gestalt 2) Drawing 7 is the sectional view showing the operation gestalt 2 of the display of this invention. In the display 11 of this operation gestalt, the configuration of the liquid crystal display section 13 is the same as that of the above-mentioned operation gestalt 1. The configuration of the organic electroluminescence light emitting device 12 is a configuration that have been arranged so that a substrate 14 may counter the liquid crystal display section 13 (to before side), and the anode electrode 19, the electroluminescence layer 18, and the reflective cathode electrode 15 were formed in the rear face of a substrate 14 one by one. In addition, the component of the electroluminescence layer 18 is the same as that of the above-mentioned operation gestalt 1. Power consumption of the organic electroluminescence light emitting device 12 can be made low, and good

luminescence of the homogeneity within a field can be made to perform like the above-mentioned operation gestalt 1 also in this operation gestalt. Furthermore, also in this operation gestalt, the display which controls loss of the quantity of light of outdoor daylight like the operation gestalt 1, and has good contrast is enabled. With this operation gestalt, the anode electrode 19 is arranged on a substrate 14, and since the reflective cathode electrode 15 which is easy to deteriorate in the photoresist etching reagent of each process in a manufacture process etc. can be formed at the end, the good organic electroluminescence light emitting device 12 of quality can be offered.

[0043] (Operation gestalt 3) Drawing 8 is the sectional view showing the operation gestalt 3 of the display of this invention. In the display of this operation gestalt, the liquid crystal display section 13 adopts the liquid crystal mode in which the back polarizing plate 24 in the above-mentioned operation gestalt 1 is omissible. Moreover, as for the organic electroluminescence light emitting device 12, it comes to form the anode electrode 19, the electroluminescence layer 18, and the reflective cathode electrode 15 in the rear face of the after [the liquid crystal display section 12] transparence substrate 21 one by one in one. Other configurations in this operation gestalt are the same as that of the operation

gestalt 2 described above when removing the point without the back polarizing plate 24. By having considered as such a configuration, the display 11 which the organic electroluminescence light emitting device 12 and the liquid crystal display section 13 unified can be realized, and it can consider as compact structure with a thin shape. In addition, the operation and actuation in this operation gestalt are the same as that of the above-mentioned operation gestalt 2.

[0044] (Operation gestalt 4) Drawing 9 is the sectional view showing the operation gestalt 4 of the display of this invention. In the display of this operation gestalt, it is the same as that of the operation gestalt 1 which the configuration of the liquid crystal display section 13 described above. The organic electroluminescence light emitting device 12 is the configuration transposed to cathode electrode 15a which the reflective cathode electrode 15 of the above-mentioned operation gestalt 1 becomes with a transparent electrode ingredient. Moreover, the diffuse reflection plate 33 which scatters incident light behind the organic electroluminescence light emitting device 12 is arranged. By considering as such a configuration, as shown in drawing 6, by *****, the liquid crystal display section 13 and the organic electroluminescence light emitting device 12 are passed, it is reflected with the diffuse reflection plate 33, and the

incident light a which is outdoor daylight turns into the reflected light b. At this time, the reflected light b serves as a beam of light of a large number which are scattered about with the diffuse reflection plate 33 and progress in the many directions instead of a single beam of light in fact. For this reason, the homogeneity within a field of the light which carries out incidence to the liquid crystal display section 13 from back can be raised. The display according to the orientation of the liquid crystal of the liquid crystal display section 13 is attained by driving the organic electroluminescence light emitting device 12, and making the light c for a display emit light in the state of dark. In this operation gestalt, if incident light a hits the front face of the diffuse reflection plate 33 as described above, these incident light a can be scattered about and equalization of the reflected light can be attained. Other configurations in this operation gestalt are the same as that of the above-mentioned operation gestalt 1 and abbreviation.

[0045] (Operation gestalt 5) Drawing 10 is the sectional view showing the operation gestalt 5 of the display of this invention. In the display of this operation gestalt, if the point of having formed the diffusion plate 41 in the front face of the front polarizing plate 23 of the liquid crystal display section 13 is removed, it will be the same configuration as the

operation gestalt 1. The layer of a mutually different refractive index is the plate by which two or more laminatings were carried out, and the diffusion plate 41 has the function to diffuse the travelling direction of light, when the light by which incidence was carried out causes reflection and transparency by the interface of each class. In the display of such structure, since it is again spread to the diffusion plate 41 after the outgoing radiation light b which carried out incidence to liquid crystal 22, and was reflected by reflection of the reflective cathode electrode 15 as a reflective mold after incident light a diffused to the diffusion plate 41 once penetrates the front polarizing plate 23, while the angle of visibility of a liquid crystal display also spreads more, uniform brightness can be displayed from being spread in a duplex. Moreover, since it is spread once also in the case of a transparency mold, the outstanding display can be performed.

[0046] (Operation gestalt 6) Drawing 11 is the sectional view showing the operation gestalt 6 of the display of this invention. In the display of this operation gestalt, if the point of having formed the diffusion plate 42 between the liquid crystal display section 13 and the organic electroluminescence light emitting device 12 is removed, it will be the same configuration as the operation gestalt 1. The layer of a mutually different refractive index is the plate by which two

or more laminatings were carried out, and the diffusion plate 42 has the function to diffuse the travelling direction of light, when the light by which incidence was carried out causes reflection and transparency by the interface of each class. In the display of such structure, as a reflective mold, since it is spread with the diffusion plate 42 after incident light a passes liquid crystal 22, and the outgoing radiation light b reflected by reflection of the reflective cathode electrode 15 diffuses to the diffusion plate 42 again, while the angle of visibility of a liquid crystal display also spreads more, uniform brightness can be displayed from being spread in a duplex. Moreover, since it is spread once also in the case of a transparency mold, the outstanding display can be performed.

[0047] (Operation gestalt 7) Drawing 12 is the sectional view showing the operation gestalt 7 of the display of this invention. In the display of this operation gestalt, if a point without the back polarizing plate 24 of the liquid crystal display section 13 is removed, it will be the same configuration as the operation gestalt 1. Since the polarizing plate was made [as opposed to / since outdoor daylight penetrates the back polarizing plate 24 twice as a reflective mold with the operation gestalt 1 and it is penetrating only once as a transparency mold / the thing with the comparatively large difference of the brightness in a

reflective mold and transparency mold] into one sheet with this operation gestalt, permeability becomes good more, and the difference of the brightness in a reflective mold and transparency mold can be made small.

[0048] (Operation gestalt 8) Drawing 13 is the sectional view showing the operation gestalt 8 of the display of this invention. the organic electroluminescence light emitting device 12 which 11 in the said drawing is a display and has been relatively arranged back with the liquid crystal display section 13 -- since -- a profile configuration is carried out. The metal 15 of the light reflex nature of a low work function, for example, the reflective cathode electrode which becomes by MgIn, is formed on the substrate 14 which the organic electroluminescence light emitting device 12 becomes with glass. In addition, it is close to the electron affinity of electronic transportation layer 16 ingredient with which an ingredient with a low work function is desirable with an ingredient, and the electron affinity (eV) is reflected in the level of a minimum sky molecular orbital (LUMO) of the ingredient of the electronic transportation layer 16 from a viewpoint of electron emission nature as an ingredient of the reflective cathode electrode 15, or it is desirable that it is smaller than it. Moreover, the ingredient which has reflexivity from a viewpoint

of light reflex nature to the light (400nm or more electromagnetic wave 800nm or less) more is desirable. On the reflective cathode electrode 15, the electroluminescence layer 18 which comes to carry out the laminating of the ** to the electron hole transportation layer 17 where the electronic transportation layer 16 which consists of Alq3, and PVCz, BND and luminescent material were intermingled one by one is formed. The laminating of the anode electrode 19 is carried out on the electroluminescence layer 18.

[0049] Luminescent material absorbs the light of a predetermined wavelength region, is a dopant which consists of red and a photoluminescence (photoluminescence) ingredient which emits light green and blue, respectively, and is doped by the electron hole transportation layer and/or the electronic transportation layer. As a red dopant, there is DCM1 and the orange thru/or red luminescence which has a luminescence peak near 600nm as shown in drawing 16 is produced. There is a coumarin 6 as a green dopant and green luminescence which has a peak in 500nm - 550nm as shown in drawing 16 is shown. There is Quinacridone as other green dopants. TPB is applied as a blue dopant. As other blue dopants, there are -bis(2 and 2'-diphenylvinylene) bi-phenyl, and 4 and 4' '4, 4'-bis(2-carbazole) (vinylene) biphenyl, a tetraphenylbutadiene

derivative, a cyclopentadiene derivative, an oxadiazole derivative, etc. the spectrum of the color filter which about 1 / 100 - 4/100 come out comparatively, and the mole fraction to a PVCz unit unit is mixed, and mentions a red dopant, a green dopant, and a blue dopant later, respectively -- the amount of dopes is adjusted in accordance with a spectrum. [0050] The liquid crystal display section 13 is arranged at the external surface side of the anode electrode 19 of the organic electroluminescence light emitting device 12, and has structure which enclosed liquid crystal 45 between the before [the pair by which the front polarizing plate 23 and the back polarizing plate 24 were formed in both external surface, respectively] transparence substrate 20, and the after transparence substrate 21. The front orientation film 29 with which the last transparence substrate 20 consists of polyimide with which the common electrode 25 which has 70% or more of permeability in the field of the opposite inside to the light which consists of ITO was formed over the whole viewing-area surface, and orientation processing was carried out on the common electrode 25 is formed. According to the pixel array, the a large number array of TFT31 which is the switching element connected to the pixel electrode 30 and the pixel electrode 30 which become by ITO is carried out at the opposite inside side of the back

transparence substrate 21. The array pattern is the matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it. The gate electrode is connected to the gate line which outputs a selection electrical potential difference, and TFT31 is connected to the drain line on which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the interlayer insulation film 34 which consists of silicon nitride is carried out, it consists of polyimide on the pixel electrode 30 and an interlayer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these [TFT31].

[0051] Between the front orientation film 29 and the back orientation film 32, the liquid crystal 45 by which initial orientation was carried out in the predetermined direction intervenes. The molecule of liquid crystal 45 is regulated by the orientation film 29 and 32, and is carrying out twist orientation of the direction of orientation on the orientation film 29 and 32 in the direction predetermined on **10-degree 75-degree twist square toward the substrate side of another side from one substrate side in the condition of having inclined with few pre tilt angles to the 29 or 32nd page of said orientation film.

[0052] And the value of $\Delta n d$ which is

the product of refractive-index anisotropy Δn of liquid crystal 45, and the liquid crystal thickness d in this display 11, According to the electrode 30 of both the substrates 20 and 21 of the liquid crystal display section 13, and the electrical potential difference impressed among 25, the color of outgoing radiation light in case incident light is the white light has set up the sense of the transparency shaft of the polarizing plates 23 and 24 of a front flesh-side pair so that it may change to red, green, blue, black, and white at least.

[0053] Drawing 14 is drawing which looked at the sense of the orientation condition of the liquid crystal molecule of the above-mentioned liquid crystal display section 13, and the transparency shaft of each polarizing plates 23 and 24 from the front-face side of a liquid crystal display, and with this operation gestalt, while setting the value of $\Delta n d$ of the liquid crystal display section 13 as 800nm - 1100nm, polarizing plates 23 and 24 make the following sense each transparency shaft 23a and 24a, and are arranged.

[0054] Namely, direction of liquid crystal molecular orientation (direction of rubbing of orientation film 32) 21a [/ near the one substrate 21 of the liquid crystal display section 13, for example, a substrate,] like drawing 14 Direction of liquid crystal molecular orientation (direction of rubbing of orientation film

32) 20a [/ near the substrate 20 of a 52.5-degree direction / **5-degree / and another side] in the clockwise direction to the axis of abscissa S of the liquid crystal display section 13. It is in the counterclockwise direction in the **5-degree direction of 52.5 degree to said axis of abscissa S, and the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation of the twist direction in the clockwise direction on **10-degree 75-degree twist square toward the substrate 20 from the substrate 21, as the broken-line arrow head showed.

[0055] If direction of liquid crystal molecular orientation 21a [/ near the substrate 21 of the liquid crystal display section 13] is made into a 0-degree direction, and transparency shaft 24a of the polarizing plate 24 which counters the substrate 21 of the liquid crystal display section 13. It is in the twist direction and hard flow of said liquid crystal molecule in the **3-degree direction of 52.5 degree, and transparency shaft 23a of the polarizing plate 23 which counters the substrate 20 of the liquid crystal display section 13 is in said twist direction and hard flow in the **3-degree direction of 47.5 degree.

[0056] The color liquid crystal display of this operation gestalt is what colors light using a birefringence operation of the liquid crystal layer of the liquid crystal display section 13, and the polarization of the polarizing plates 23 and 24 of a pair.

The linearly polarized light which penetrated and carried out incidence of the polarizing plate 23 in this color liquid crystal display. A polarization condition is changeable in the process which passes along the liquid crystal display section 13 with a birefringence operation of the liquid crystal layer, and each wavelength light turns into light used as the elliptically polarized light from which a polarization condition differs, respectively, and carries out incidence to a polarizing plate 24. The light which penetrated this polarizing plate 24 turns into coloring light of a color according to the ratio of the optical reinforcement of each wavelength light which constitutes that light, and it is reflected with the reflective cathode electrode 15, and this coloring light penetrates said polarizing plate 24, liquid crystal display section 13, and polarizing plate 23 in order, and carries out outgoing radiation to the front-face side of a liquid crystal display.

[0057] In addition, the light reflected with the reflective cathode electrode 15 is the process which carries out outgoing radiation to a front-face side, and in order for the liquid-crystal layer of the liquid crystal display section 13 to receive a birefringence operation in a path contrary to the time of incidence, to become the almost same linearly polarized light as the time of incidence and to carry out incidence to a polarizing plate 23, the light which penetrates and

carries out outgoing radiation of this polarizing plate 23 is a coloring light which hardly changes to the light reflected with the reflective cathode electrode 15.

[0058] And since a birefringence operation of the liquid crystal layer of said liquid crystal display section 13 changes with change of the orientation condition of the liquid crystal molecule according to the applied voltage to this liquid crystal layer and the polarization condition of the light which carries out incidence to said polarizing plate 24 in connection with it changes, coloring of light changes according to the ratio of the optical reinforcement of each wavelength light which penetrates this polarizing plate 24.

[0059] Namely, although a birefringence operation of a liquid crystal layer will become small along with starting and carrying out orientation and the start angle of this liquid crystal molecule becoming large, a liquid crystal molecule maintaining a twist orientation condition if an electrical potential difference is impressed between the electrode 25 of the liquid crystal display section 13, and 30 If a birefringence operation of the liquid crystal layer of the liquid crystal display section 13 changes, since the polarization condition of the light which penetrates the liquid crystal display section 13 and carries out incidence to a polarizing plate 24 will change, Coloring of light changes

according to the ratio of the optical reinforcement of each wavelength light which penetrates this polarizing plate 24, it is reflected with the reflective cathode electrode 15, and that light carries out outgoing radiation to the front-face side of the liquid crystal display section 13.

[0060] Thus, according to an electrode 25 and the electrical potential difference impressed among 30, the color of the outgoing radiation light of this color liquid crystal display, i.e., a foreground color, changes. The color which can be displayed by one pixel of this color liquid crystal display contains all of red, green, and blue in three primary colors, the black which is the dark display of an achromatic color mostly, and the white which is ***** of an achromatic color mostly.

[0061] Drawing 15 is the a^*b^* chromaticity diagram showing change of the foreground color of the above-mentioned color liquid crystal display. Like this drawing 15, by the electrode 25 of the liquid crystal display section 13, and the initial state which is not impressing the electrical potential difference among 30, the foreground color of the above-mentioned color liquid crystal display is a color near purple (P), and changes in order of the direction of an arrow head, i.e., (Red R) \rightarrow green (G) \rightarrow (blue B) \rightarrow black \rightarrow white, in connection with making high an electrode 25 and the electrical potential difference

impressed among 30. Each foreground color of these red, green, blue, and black and white is a clear color with high color purity.

[0062] Moreover, when the rate of outgoing radiation in a black display condition is set to R (min) and the rate of outgoing radiation in a white display condition is set to R (7V) in the time of R (5V) and applied voltage being 7V in the time of applied voltage being 5V, the rate of outgoing radiation of the above-mentioned color liquid crystal display is $R(7V) = 29.55\%$ with a% [$R(5V) = 22.85\%$] of $R(\text{min}) = 2.78\%$.

[0063] And the contrast CR of a display of the black in the above-mentioned color liquid crystal display, and white If contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white to 5V to 7V is set to CR (7V) It is $CR(5V) = 8.22CR(7V) = 10.63$, and even when applied voltage for, of course displaying white when applied voltage for displaying white is set to 7V is set to 5V, contrast high enough is acquired.

[0064] The molecule of the liquid crystal 45 of the liquid crystal display section 13 is carrying out twist orientation of such a foreground color and contrast in the direction predetermined on ~ 10 -degree 75-degree twist square toward the substrate 20 side from the substrate 21 side. While the value of Δn of this

liquid crystal display section 13 is 800nm - 1100nm When direction of orientation 21a of a liquid crystal molecule [/ near the substrate 21] is made into a 0-degree direction, Transparency shaft 24a of a polarizing plate 24 to the twist direction and hard flow of a liquid crystal molecule The ~ 3 -degree direction of 52.5 degree, Display quality worsens in the order of contrast and a foreground color as the degree will become large, if transparency shaft 23a of a polarizing plate 23 is obtained a condition [being set up in the ~ 3 -degree direction of 47.5 degree] to said twist direction and hard flow and these conditions have said range removed.

[0065] Therefore, while coloring light according to this color liquid crystal display, without using a color filter, two or more colors by the same pixel are displayed, moreover, while making contrast high, the white which is the base of a display, black and red, green, and blue three primary colors can be displayed, and clear and rich multicolor color display of color can be realized.

[0066] Moreover, when using as a transparency mold, as the conventional ECB liquid crystal display was shown in drawing 29 , the rate of outgoing radiation changed with foreground colors. Compared with other colors, brightness could not check especially blue by looking easily low. Although a coumarin 6 can be applied as DCM1 and a green dopant, TPB can be applied as a blue dopant as a

red dopant and white luminescence can be carried out in the organic electroluminescence light emitting device 12, if the mixing ratio of a dopant is applied so that light may be emitted in blue white, blue brightness becomes high relatively and brightness balance to each color can be made good. Thus, since the luminescent material which emits light in each color can be set as arbitration, the color and brightness of a foreground color according to the purpose are controllable by the organic electroluminescence light emitting device 12.

[0067] (Operation gestalt 9) Drawing 17 - drawing 19 show the operation gestalt 9 of this invention, and drawing 17 is the sectional view of a color liquid crystal display. the organic electroluminescence light emitting device 12 by which the display 11 of this operation gestalt has been relatively arranged back with the liquid crystal display section 13 -- since -- a profile configuration is carried out. The liquid crystal display section 13 has the structure where liquid crystal 45 was enclosed between the before [a pair] transparence substrate 20, and the after transparence substrate 21, the phase contrast plate 49 has been arranged at the lateral surface of the last transparence substrate 20, the front polarizing plate 23 has been arranged at the external surface side of the phase contrast plate 49, and the back polarizing plate 24 has been arranged at the

external surface side of the back transparence substrate 21. The front orientation film 29 with which the last transparence substrate 20 consists of polyimide with which the common electrode 25 which has 70% or more of permeability in the field of the opposite inside to the light which consists of ITO was formed over the whole viewing-area surface, and orientation processing was carried out on the common electrode 25 is formed. According to the pixel array, the a large number array of TFT31 which is the switching element connected to the pixel electrode 30 and the pixel electrode 30 which become by ITO is carried out at the opposite inside side of the back transparence substrate 21. The array pattern is the matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it. The gate electrode is connected to the gate line which outputs a selection electrical potential difference, and TFT31 is connected to the drain line on which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the interlayer insulation film 34 which consists of silicon nitride is carried out, it consists of polyimide on the pixel electrode 30 and an interlayer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these [TFT31]. Between the front

orientation film 29 and the back orientation film 32, the liquid crystal 45 by which initial orientation was carried out in the predetermined direction intervenes.

[0068] In the color liquid crystal display of this operation gestalt The value of $\Delta n d$ of the liquid crystal 45 by which the closure was carried out to the liquid crystal display section 13 interior, and the value of the retardation of the phase contrast plate 49, According to an electrode 25 and the electrical potential difference impressed among 30, the color of outgoing radiation light in case incident light is the white light has set up the sense of the transparency shaft of the polarizing plates 23 and 24 of a front face-side pair, and the lagging axis of the phase contrast plate 49 so that it may change to red, green, blue, black, and white at least.

[0069] Drawing 18 is drawing which looked at the sense of the orientation condition of the liquid crystal molecule by which the closure was carried out, the transparency shaft of each polarizing plates 23 and 24, and the lagging axis of the phase contrast plate 49 from the screen side of a display 11. With this operation gestalt While setting the value of 75 degrees ± 3 degrees and $\Delta n d$ as 800nm \cdot 1100nm for the twist angle of a liquid crystal molecule and using that whose value of a retardation is 60nm \pm 20nm as a phase contrast plate

49 The transparency shafts 23a and 24a were made into the following sense, a side front and the background polarizing plates 23 and 24 have been arranged, the lagging-axis 49a was made into the following sense, and said phase contrast plate 49 is arranged.

[0070] Namely, direction of liquid crystal molecular orientation 21a [/ near one substrate 21, for example, a rear-face side substrate,] like drawing 18 Direction of liquid crystal molecular orientation 20a [/ near the front-face side substrate 20 of a 52.5-degree direction / ± 5 -degree / and another side] in the clockwise direction to the axis of abscissa S of the liquid crystal display section 13 It is in the counterclockwise direction in the ± 5 -degree direction of 52.5 degree to said axis of abscissa S, and the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation of the twist direction in the clockwise direction on ± 10 -degree 75-degree twist square toward the front-face side substrate 20 from the rear-face side substrate 21, as the broken-line arrow head showed.

[0071] If direction of liquid crystal molecular orientation 21a [/ near the rear-face side substrate 21] is made into a 0-degree direction, and transparency shaft 24a of the background polarizing plate 24 which counters the rear-face side substrate 21 Transparency shaft 23a of the side front polarizing plate 23 which is in the twist direction and hard flow of

said liquid crystal molecule in the ± 3 -degree direction of 52.5 degree, and counters the front-face side substrate 20. It is in said twist direction and hard flow in the ± 3 -degree direction of 60.5 degree, and lagging-axis 49a of the phase contrast plate 49 is in said twist direction and hard flow in the ± 3 -degree direction of 52.5 degree further.

[0072] The display 11 of this operation gestalt is what colors light using a birefringence operation of the liquid crystal layer of the liquid crystal display section 13 and a birefringence operation of the phase contrast plate 49, and the polarization of the polarizing plates 23 and 24 of a pair. The linearly polarized light which penetrated and carried out incidence of the side front polarizing plate 23 in this color liquid crystal display. A polarization condition is changeable with a birefringence operation of said phase contrast plate 49 and a birefringence operation of liquid crystal 45 in the process which passes along the phase contrast plate 49 and liquid crystal 45, and each wavelength light turns into light used as the elliptically polarized light from which a polarization condition differs, respectively, and carries out incidence to the background polarizing plate 24. The light which penetrated this background polarizing plate 24 turns into coloring light of a color according to the ratio of the optical reinforcement of each

wavelength light which constitutes that light. It is reflected with the reflective cathode electrode 15, and this coloring light penetrates said background polarizing plate 24, liquid crystal 45, phase contrast plate 49, and side front polarizing plate 23 in order, and carries out outgoing radiation to the front-face side of a liquid crystal display.

[0073] In addition, the light reflected with the reflective cathode electrode 15 is the process which carries out outgoing radiation to a front-face side, and in order for liquid crystal 45 and the phase-contrast plate 49 to receive a birefringence operation in a path contrary to the time of incidence, to become the almost same linearly polarized light as the time of incidence and to carry out incidence to the side front polarizing plate 23, the light which penetrates and carries out outgoing radiation of this side front polarizing plate 23 is the coloring light which hardly changes to the light reflected with the reflective cathode electrode 15.

[0074] And since it changes with change of the orientation condition of the liquid crystal molecule according to the applied voltage to this liquid crystal 45 and the polarization condition of the light which carries out incidence to the background polarizing plate 24 in connection with it changes, coloring of light changes according to the ratio of the optical reinforcement of each wavelength light

which penetrates this background polarizing plate 24, it is reflected with the reflective cathode electrode 15, and that light carries out outgoing radiation of the birefringence operation of liquid crystal 45 to the front-face side of a display 11.

[0075] Therefore, according to an electrode 30 and the electrical potential difference impressed among 25, the color of the outgoing radiation light of this display 11, i.e., a foreground color, changes.

[0076] The color which can be displayed by one pixel of this display 11 contains all of red, green, and blue in three primary colors, the black which is the dark display of an achromatic color mostly, and the white which is ***** of an achromatic color mostly.

[0077] Drawing 19 is the a^*b^* chromaticity diagram showing change of the foreground color of a display 11. Like this drawing 19, between an electrode 25 and 30, the foreground color of a display 11 is a color near purple (P), and changes in order of (Red R) \rightarrow green (G) \rightarrow (blue B) \rightarrow black \rightarrow white in connection with making high applied voltage between an electrode 25 and 30 by the electrical potential difference and the initial state which is not impressed. Each foreground color of these red, green, blue, and black and white is a clear color with high color purity.

[0078] Moreover, when the rate of outgoing radiation of the display

condition of the black in the display 11 of this operation gestalt is set to R (min) and the rate of outgoing radiation in a white display condition is set to R (7V) in the time of R (5V) and applied voltage being 7V in the time of applied voltage being 5V, the rate of outgoing radiation of this color liquid crystal display is $R(7V) = 28.91\%$ with $a\%$ [$R(5V) = 23.64\%$] of $R(\min) = 3.30\%$.

[0079] And the contrast CR of a display of the black in this color liquid crystal display, and white If contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white to 5V to 7V is set to CR (7V) It is $CR(5V) = 7.16CR(7V) = 8.76$, and even when applied voltage for, of course displaying white when applied voltage for displaying white is set to 7V is set to 5V, contrast high enough is acquired.

[0080] Therefore, while coloring light according to this display 11, without using a color filter, two or more colors by the same pixel are displayed, moreover, while making contrast high, the white which is the base of a display, black and red, green, and blue three primary colors can be displayed, and clear and rich multicolor color display of color can be realized.

[0081] In addition, with the above-mentioned operation gestalt, although transparency shaft 23a of the side front polarizing plate 23 was set up

in the ± 3 -degree direction of 52.5 degree to the 0-degree direction like drawing 18, lagging-axis 49a of a 60.5-degree direction [± 3 -degree] and the phase contrast plate 49. The value of 75 degrees ± 3 degrees and $\Delta n d$ for the twist angle of a liquid crystal molecule like this operation gestalt 800nm - 1100nm, When setting the value of the retardation of the phase contrast plate 49 to 60nm \pm 20nm and setting transparency shaft 24a of the background polarizing plate 24 as the twist direction and hard flow of said liquid crystal molecule in the ± 3 -degree direction of 52.5 degree, it receives in said 0-degree direction. Transparency shaft 23a of the side front polarizing plate 23 to the twist direction and hard flow of a liquid crystal molecule. The direction of the 51.5-degree ± 3 degrees - 60.5 degree range of ± 3 degrees, If lagging-axis 49a of the phase contrast plate 49 is in said twist direction and hard flow in the direction of the 42.5-degree ± 3 degrees - 52.5 degree range of ± 3 degrees, white, black and red, green, and blue can be displayed by high color purity.

[0082] (Operation gestalt 10) The operation gestalt 10 is explained below. With the operation gestalt 10, if a display 11 removes the direction of transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23, and the direction of lagging-axis 49a of the phase contrast plate 49, it will be the same configuration as the operation gestalt 9. Drawing 20 shows the

operation gestalt 10 of this invention. It is drawing which looked at the sense of the orientation condition of the liquid crystal molecule of the liquid crystal display section 13, the transparency shafts 23a and 24a of each polarizing plates 23 and 24, and the lagging axis of the phase contrast plate 49 from the display side of a display 11. This gestalt receives in the 0-degree direction (direction of liquid crystal molecular orientation 21a [/ near the rear-face side substrate 21]). Transparency shaft 23a of the side front polarizing plate 23 to the twist direction and hard flow of a liquid crystal molecule. The ± 3 -degree direction of 51.5 degree, Lagging-axis 49a of the phase contrast plate 49 is made into said twist direction and hard flow in the ± 3 -degree direction of 42.5 degree, and the sense of the directions [/ near both the substrates 20 and 21] 21a and 20a of liquid crystal molecular orientation and transparency shaft 24a of the background polarizing plate 24 is the same as drawing 18.

[0083] Drawing 21 is the a*-b* chromaticity diagram showing change of the foreground color of the display 11 by the operation gestalt 10, and changes in order of (Red R) -> green (G) -> (blue B) -> black -> white in connection with the foreground color of this display 11 making high applied voltage between an electrode 25 and 30. Each foreground color of these red, green, blue, and black

and white is a clear color with high color purity.

[0084] Moreover, the rate of outgoing radiation of the light in this display 11 is $R(7V) = 30.60\%$ with a% [$R(5V) = 24.08\%$] of $R(\min) = 2.76\%$.

[0085] And CR (7V) is CR(5V) = 8.72CR(7V) = 11.09 about the contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white in this display 11 to 5V to 7V.

[0086] (Operation gestalt 11) Drawing 22 and drawing 23 show the operation gestalt 11 of this invention. With the operation gestalt 11, if a display 11 removes the direction of transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23, the direction of lagging-axis 49a of the phase contrast plate 49, and the direction of transparency shaft 24a of a polarizing plate 24, it will be the same configuration as the operation gestalt 9. Transparency shaft 23a [in / in drawing 22 / the display 11 of this operation gestalt] of the orientation condition of the molecule of liquid crystal 45, and each polarizing plates 23 and 24, It is drawing which looked at the sense of 24a and lagging-axis 49a of the phase contrast plate 49 from the front-face side of a liquid crystal display. With this operation gestalt While setting the value of 75 degrees **3 degrees and deltand as 800nm - 1100nm for the twist angle of a

liquid crystal molecule and using that whose value of a retardation is 60nm**20nm as a phase contrast plate 49 The transparency shafts 23a and 24a were made into the following sense, a side front and the background polarizing plates 23 and 24 have been arranged, the lagging-axis 49a was made into the following sense, and said phase contrast plate 49 is arranged.

[0087] Namely, direction of liquid crystal molecular orientation 21a [/ near one substrate 21, for example, a rear-face side substrate,] like drawing 22 Direction of liquid crystal molecular orientation 20a [/ near the front-face side substrate 20 of a 52.5-degree direction / **5-degree / and another side] in the clockwise direction to the axis of abscissa S of the liquid crystal display section 13 It is in the counterclockwise direction in the **5-degree direction of 52.5 degree to said axis of abscissa S, and the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation of the twist direction in the clockwise direction on **10-degree 75-degree twist square toward the front-face side substrate 20. from the rear-face side substrate 21, as the broken-line arrow head showed.

[0088] If direction of liquid crystal molecular orientation 21a [/ near the rear-face side substrate 21] is made into a 0-degree direction, and transparency shaft 24a of the background polarizing plate 24 which counters the rear-face side

substrate 21 Transparency shaft 23a of the side front polarizing plate 23 which is in the twist direction and hard flow of said liquid crystal molecule in the θ -degree direction of 47.5 degree, and counters the front-face side substrate 20 It is in said twist direction and hard flow in the θ -degree direction of 36.5 degree, and lagging-axis 49a of the phase contrast plate 49 is in said twist direction and hard flow in the θ -degree direction of 138.5 degree further.

[0089] Using a birefringence operation of liquid crystal 45 and a birefringence operation of the phase contrast plate 49, and the polarization of the polarizing plates 23 and 24 of a pair, the display 11 of this operation gestalt colors light, and contains all the three primary colors [color / which can be displayed by one pixel of this color liquid crystal display] of red, green, and blue, the black it is [black] the dark display of an achromatic color mostly, and the white it is [white] ***** of an achromatic color mostly.

[0090] Drawing 23 is the a^*-b^* chromaticity diagram showing change of the foreground color of a display 11. Like this drawing 23, between an electrode 25 and 30, the foreground color of a display 11 is a color near purple (P), and changes in order of (Red R) \rightarrow green (G) \rightarrow (blue B) \rightarrow black \rightarrow white in connection with making high applied voltage between an electrode 25 and 30 by the electrical

potential difference and the initial state which is not impressed. Each foreground color of these red, green, blue, and black and white is a clear color with high color purity.

[0091] Moreover, if the rate of outgoing radiation of the display condition of the black in the display 11 of this operation gestalt 11 is set to R (min) and the rate of outgoing radiation in a white display condition is set to R (7V) in the time of R (5V) and applied voltage being 7V in the time of applied voltage being 5V The rate of outgoing radiation of this color liquid crystal display is $R(7V) = 28.35\%$ with a% [$R(5V) = 22.37\%$] of $R(\min) = 1.85\%$.

[0092] And the contrast CR of a display of the black in this display 11, and white If contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white to 5V to 7V is set to CR (7V) It is $CR(5V) = 12.09$ $CR(7V) = 15.32$, and even when applied voltage for, of course displaying white when applied voltage for displaying white is set to 7V is set to 5V, contrast high enough is acquired.

[0093] Namely, the display 11 of this operation gestalt 11 While arranging one phase contrast plate 49 between one polarizing plate 23 of the polarizing plates 23 and 24 of the pair arranged on both sides of substrates 20 and 21 (this operation gestalt side front polarizing plate), and a substrate 20 The twist angle

of a liquid crystal molecule is made into 75 degrees **10 degrees. Further the value of $\Delta n d$ of liquid crystal 45 800nm - 1100nm, The red at the time of setting the value of the retardation of the phase contrast plate 49 to 60nm**20nm, According to this display 11, the arrangement conditions of the polarizing plates 23 and 24 with which the foreground color of green, blue, black, and white is obtained, and the phase contrast plate 49 based on existing besides the conditions of the operation gestalten 9 and 10 While coloring light, without using a color filter, two or more colors by the same pixel are displayed, moreover, while making contrast high, the white which is the base of a display, black and red, green, and blue three primary colors can be displayed, and clear and rich multicolor color display of color can be realized.

[0094] (Operation gestalt 12) Drawing 24 is the sectional view showing the operation gestalt 12 of the display of this invention. 11 in the said drawing -- a display -- it is -- the liquid crystal display section 13 and the organic electroluminescence light emitting device 12 -- since -- a profile configuration is carried out, and if a point without the back polarizing plate 24 is removed, it will become the same configuration as the operation gestalt 8. In the liquid crystal display of such structure, since the polarizing plate was made into one sheet

and permeability becomes good more, while the whole brightness becomes high, the difference of the brightness in a reflective mold and a transparency mold can be made small.

[0095] When the liquid crystal display of an ECB mold like the operation gestalten 8-12 was used as a transparency mold, as shown in drawing 29, the rate of outgoing radiation changed with foreground colors. Compared with other colors, brightness could not check especially blue by looking easily low. Although a coumarin 6 can be applied as DCM1 and a green dopant, TPB can be applied as a blue dopant, for example as a red dopant and white luminescence can be carried out in the organic electroluminescence light emitting device 12 of the operation gestalten 8-12, if the mixing ratio of a dopant is applied so that light may be emitted in blue white, blue brightness becomes high relatively and brightness balance to each color can be made good. Thus, since the luminescent material which emits light in each color can be set as arbitration, the color and brightness of a foreground color according to the purpose are controllable by the organic electroluminescence light emitting device 12. A diffusion plate can be suitably arranged like the operation gestalten 4-6 to the display 11 of the operation gestalten 8-12, and a uniform display can be performed.

[0096] (Operation gestalt 13) Drawing 25

is the sectional view showing the operation gestalt 13 of the display of this invention. 11 in the said drawing -- a display -- it is -- the liquid crystal display section 13 and the organic electroluminescence light emitting device 12 -- since -- a profile configuration is carried out. The liquid crystal display section 13 is arranged at the external surface side of the anode electrode 19 of the organic electroluminescence light emitting device 12, and has structure which enclosed liquid crystal 51 between the before [a pair] transparence substrate 20, and the after transparence substrate 21. The front orientation film 29 with which the last transparence substrate 20 consists of polyimide with which the common electrode 25 which has 70% or more of permeability in the field of the opposite inside to the light which consists of ITO was formed over the whole viewing-area surface, and orientation processing was carried out on the common electrode 25 is formed. According to the pixel array, the a large number array of TFT31 which is the switching element connected to the pixel electrode 30 and the pixel electrode 30 which become by ITO is carried out at the opposite inside side of the back transparence substrate 21. The array pattern is the matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it. The gate

electrode is connected to the gate line which outputs a selection electrical potential difference, and TFT31 is connected to the drain line on which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the interlayer insulation film 34 which consists of silicon nitride is carried out, it consists of polyimide on the pixel electrode 30 and an interlayer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these [TFT31]. Between the front orientation film 29 and the back orientation film 32, the liquid crystal 51 by which initial orientation was carried out in the predetermined direction intervenes.

[0097] Liquid crystal 51 can be chosen from the so-called PCGH liquid crystal which made phase transition (cholesteric - nematic) mold liquid crystal add dichromatic dye, PD (macromolecule distributed process input output equipment) liquid crystal, PD liquid crystal, etc.

[0098] With a display 11, since a polarizing plate and the color filter are absolutely none, while the difference of the brightness between a reflective mold and a transparency mold becomes smaller, high brightness can such be displayed.

[0099] Although constituted from the liquid crystal display section 13 and the organic electroluminescence light

emitting device 12 by the above-mentioned operation gestalten 1-13, you may be the structure which has arranged the Mitsuyuki line writing direction control strip 53 as shown in drawing 26 (a) and (b) between the liquid crystal display section 13 of the display 11 of these operation gestalt, and the organic electroluminescence light emitting device 12. The Mitsuyuki line writing direction control strip 53 consists of light transmission nature ingredients, such as a polycarbonate, polyester, and the poly acrylic, and the refractive index is set as 1.3-1.4. Moreover, an opposed face side with the liquid crystal display section 13 is given to the micro prism configuration which is regularly irregular, and the Mitsuyuki line writing direction control strip 53 has a plane structure with a smooth opposed face side with the organic electroluminescence light emitting device 12. It is set up with the tilt angle θ between the smooth side of micro prism, and an inclined plane, and θ' . Here the incident angle of the light to the Mitsuyuki line writing direction control strip 53 The shaft of the direction of a normal by the side of the screen of the screen of the liquid crystal display section 13 or the shaft of the direction of a normal by the side of the liquid crystal display section 13 of the smooth base of a control strip 53 is made into 0 degree, and it is an inclination to + (degree) and hard flow about the

inclination by the side of the tilt angle between the smooth side of micro prism, and an inclined plane. - It defines by (degree). If a tilt angle is set as 25 degrees, the incident light X whose incident angle at the time of a reflective mold is +30 degrees can carry out outgoing radiation as an outgoing radiation light which is 0 degree.

[0100] As mentioned above, although the operation gestalt 1 - the operation gestalt 13 were explained, various kinds of modification which is not limited to these and accompanies the summary of a configuration is possible for this invention. For example, various kinds of liquid crystal modes, such as PC (phase transition) mode in which the STN LCD mode, the guest (host GH) liquid crystal mode, and the polarizing plate other than TN liquid crystal mode are not used for liquid crystal mode, PDLC (polymer dispersed liquid crystal) mode, PDLC/GH mode, cholesteric liquid crystal mode, and PC liquid crystal / GH mode, are applicable to the liquid crystal display section 13. It is possible to also change suitably configurations of the liquid crystal display section, such as existence of a color filter and existence of a polarizing plate, corresponding to such liquid crystal mode.

[0101] Moreover, although considered as the configuration which joined the electron hole transportation layer 17 which becomes about the

electroluminescence layer 18 by the electronic transportation layer 16 which becomes by Alq3, and PVCz, BND and white luminescent material with each above-mentioned operation gestalt, it is also possible to consider as the electroluminescence layer of a monolayer and the electroluminescence layer of the structure of three or more layers using other organic electroluminescence ingredients.

[0102] Although PVCz and luminescent material which distribute luminescent material are made intermingled in the organic electroluminescence light emitting device 12 with the above-mentioned operation gestalten 1-13 in order to control concentration quenching generated by the condensation by the hydrogen bond of luminescent material, the light of the luminescence wavelength region of Alq3 or electron hole transportation **** may be absorbed in Alq3 or Alq3 and an electron hole transportation layer, and the luminescent material which emits light in the light of a predetermined wavelength region may be made to add. Although itself emits light in a bluish green color by the recombination of an electron hole and an electron, Alq3 can emit light in a bluish green color with more high brightness, for example, if you make it intermingled with a coumarin 6.

[0103] Although the Magnesium alloy was used as a reflective cathode electrode

with each operation gestalt the scandium (Sc --) which are a hafnium (Hf, 3.63eV of work functions), and rare earth elements 3.5eV of work functions, an yttrium (Y, 3.1eV of work functions), A lanthanum (La, 3.5eV of work functions), a cerium (Ce, 2.9eV of work functions), A praseodymium (Pr), neodymium (Nd, 3.2eV of work functions), a promethium (Pm), Samarium (Sm, 2.7eV of work functions), a europium (Eu, 2.5eV of work functions), A gadolinium (Gd, 3.1eV of work functions), a terbium (Tb, work function), A dysprosium (Dy), HORUMOEMU (Ho), an erbium (Er, 2.97eV of work functions), a thulium (you may be an alloy containing the simple substances and these elements of Tm, an ytterbium (Yb, 2.6eV of work functions), and a lutetium (Lu).)

[0104] With the above-mentioned operation gestalten 1-13, although the reflector was smooth mirror plane structure, if the reflective cathode electrode 15 applies the structure of forming and scattering irregularity over a reflector, uniform field luminescence can be irradiated and the angle of visibility of a liquid crystal display can also spread.

[0105] With the above-mentioned operation gestalten 1-13, although the substrate 14 of the organic electroluminescence light emitting device 12 was used as the glass substrate, if the silicon oxide layer or the acrylic organic insulating layer of 1 micrometer - 5

micrometer thickness is applied to a substrate, while being able to make it thinner structure, the parallax by the difference in the refractive index of a substrate can be reduced.

[0106] With the above-mentioned operation gestalten 1-13, although the liquid crystal display section 13 was the active drive by TFT31, it may be the passive-matrix drive which made the stripe configuration the electrode which counters on both sides of liquid crystal.

[0107]

[Effect of the Invention] According to this invention, it is effective in realizing the display equipped with the portability which can perform the display which has good contrast in *****, and has good contrast also in a dark condition, and can display with a low power so that clearly from the above explanation.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view showing the operation gestalt 1 of the display concerning this invention.

[Drawing 2] The explanatory view showing an operation of the operation gestalt 1.

[Drawing 3] The energy diagram which shows the effectiveness over the electron and the impregnation obstruction of an electron hole in an organic electroluminescence light emitting device.

[Drawing 4] The energy diagram which

shows the migration mechanism of the electron hole in an electron hole transportation layer (HTL).

[Drawing 5] PVCz, PVCz by which the coumarin 6 was doped, the graph which shows each light absorption spectrum of the coumarin 6 which exists in ethanol.

[Drawing 6] The spectrum Fig. showing EL property and PL property of PVCz.

[Drawing 7] The sectional view showing the display of the operation gestalt 2.

[Drawing 8] The sectional view showing the display of the operation gestalt 3.

[Drawing 9] The sectional view showing the display of the operation gestalt 4.

[Drawing 10] The sectional view showing the display of the operation gestalt 5.

[Drawing 11] The sectional view showing the display of the operation gestalt 6.

[Drawing 12] The sectional view showing the display of the operation gestalt 7.

[Drawing 13] The sectional view showing the display of the operation gestalt 8.

[Drawing 14] The explanatory view showing the condition of having seen the sense of the orientation condition of the liquid crystal molecule of the liquid crystal display section, and the transparency shaft of each polarizing plate from the front-face side of a liquid crystal display.

[Drawing 15] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of the color liquid crystal display of the operation gestalt 8.

[Drawing 16] The graph which shows the

relation between a coumarin 6, and the wavelength of DCM1 and EL reinforcement.

[Drawing 17] The sectional view showing the display of the operation gestalt 9.

[Drawing 18] The explanatory view showing the condition of having seen the sense of the orientation condition of a liquid crystal molecule, the transparency shaft of each polarizing plate, and the lagging axis of a phase contrast plate from the screen side of a display.

[Drawing 19] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of the display of the operation gestalt 9.

[Drawing 20] The explanatory view showing the condition of having seen the sense of the orientation condition of the liquid crystal molecule of the operation gestalt 10, the transparency shaft of each polarizing plate, and the lagging axis of a phase contrast plate from the screen side of a display.

[Drawing 21] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of the display of the operation gestalt 10.

[Drawing 22] The explanatory view showing the condition of having seen the sense of the orientation condition of the liquid crystal molecule of the operation gestalt 11, the transparency shaft of each polarizing plate, and the lagging axis of a phase contrast plate from the screen side of a display.

[Drawing 23] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of

the display of the operation gestalt 11.

[Drawing 24] The sectional view showing the display of the operation gestalt 12.

[Drawing 25] The sectional view showing the display of the operation gestalt 13.

[Drawing 26] (a) It is the cross-section explanatory view in which is attained to and (b) shows the Mitsuyuki line writing direction control strip.

[Drawing 27] The graph which shows the relation of the include angle of incident light and the include angle of outgoing radiation light according to whenever [tilt-angle / of the Mitsuyuki line writing direction control strip].

[Drawing 28] The sectional view showing the conventional display.

[Drawing 29] The graph of the light to the light in the conventional ECB mold liquid crystal display by which incidence is carried out which carries out outgoing radiation which shows applied voltage, the color of outgoing radiation light, and the relation of ** comparatively (rate of outgoing radiation).

[Description of Notations]

11 Display

12 Organic Electroluminescence Light Emitting Device

13 Liquid Crystal Display Section

15 Reflective Cathode Electrode

18 Electroluminescence Layer

19 Anode Electrode

Incident light (outdoor daylight)

b Hikaru Idei

c Light for a display (EL light)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-78582

(43)公開日 平成10年(1998) 3月24日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0		G 0 2 F 1/1335	5 3 0
	5 3 5		1/133	5 3 5
G 0 9 F 9/00	3 3 6		G 0 9 F 9/00	3 3 6 Z
H 0 5 B 33/14			H 0 5 B 33/14	

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 25 頁)

(21)出願番号 特願平8-252195

(22)出願日 平成8年(1996) 9月4日

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72)発明者 白 崎 友 之

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

(72)発明者 山 田 裕 康

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

(72)発明者 塩 谷 雅 治

東京都羽村市栄町3丁目2番地1号 カシ
オ計算機株式会社羽村技術センター内

(74)代理人 弁理士 杉村 次郎

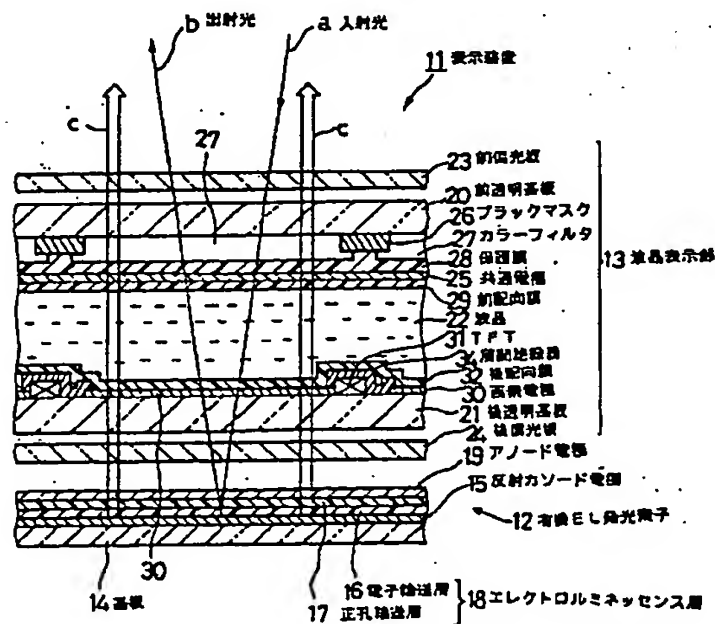
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置及びその駆動方法

(57)【要約】

【課題】 明・暗状態において良好なコントラストを有し、しかも低消費電力な表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示部13の後方に有機EL発光素子12をバックライトとして、および反射板として、配置する。有機EL発光素子12は、前側よりITOでなるアノード電極19、有機EL材料でなるエレクトロルミネッセンス層18、反射性を有するMgInでなる反射カソード電極15の順に形成されて構成される。このため、外光は反射カソード電極15で効率よく反射されて表示用光となる。また、有機EL発光素子12を駆動すると、発光が略100パーセント表示用光として用いることができる。このため、コントラストが良好で低消費電力な表示装置とすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ電極を有する一対の透明基板間に挟まれた液晶を有し、一方の透明基板側が表示面である液晶表示パネルと、

可視光に対し透過性を示す前電極と、可視光に対し反射性を示す後電極と、前記前電極及び後電極の間に配置され、実質的に可視光に対し透過性を示し、前記前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層と、を有し、前記液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、を備えることを特徴とする表示装置。

【請求項2】 前記有機エレクトロルミネッセンス層は、赤色に発光する赤色発光材料と、緑色に発光する緑色発光材料と、青色に発光する青色発光材料と、を有し、前記前電極と前記後電極との間に所定値の電圧が印加されることにより白色発光することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項3】 前記有機エレクトロルミネッセンス層は、赤色に発光する赤色発光材料と、緑色に発光する緑色発光材料と、青色に発光する青色発光材料と、を有し、前記前電極と前記後電極との間に所定値の電圧が印加されることにより青白色発光することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項4】 前記有機エレクトロルミネッセンス層は、ポリビニルカルバゾールと2,5-ビス(1-ナフチル)オキサジアゾールと発光材料とを有する正孔輸送層と、トリス(8-キノリレート)アルミニウム錯体からなる電子輸送層と、を有することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項5】 前記後電極と前記液晶表示パネルとの間に、前記前電極及び前記有機エレクトロルミネッセンス層が位置することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項6】 前記有機ELパネルは、前記後電極側に可視光に対し透過性を示す基板を有することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項7】 前記前電極は前記有機エレクトロルミネッセンス層に正孔を注入するアノード電極であり、前記後電極は前記有機エレクトロルミネッセンス層に電子を注入するカソード電極であることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項8】 前記液晶表示パネルは、カラーフィルタを備えていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項9】 前記液晶表示パネルは、前記一対の透明基板の少なくとも一方に偏光板を備えていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項10】 前記液晶表示パネルは、前記一対の透明基板の少なくとも一方に偏光板を備え、前記一対の透

明基板の電極に印加された電圧に応じて変化する前記液晶の複屈折作用及び前記偏光板の偏光作用により設定された色及び輝度の光を前記表示面から出射することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項11】 それぞれ電極が設けられた一対の透明基板間に挟まれた液晶を有し、一方の透明基板側に表示面を有する液晶表示パネルと、

可視光に対し透過性を示す前電極と、可視光に対し反射性を示す後電極と、前記前電極及び後電極の間に配置され、実質的に可視光に対し透過性を示し、前記前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層と、を有し、前記液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、を備え、

前記液晶表示パネルの前記表示面から前記液晶に入射された光を前記有機ELパネルの前記後電極で反射し、前記表示面に出射する反射表示と、

前記前電極及び後電極の間に印加された電圧により発光する前記有機ELパネルの光を前記液晶表示パネルの前記液晶を介し前記表示面から出射する透過表示と、を切り替えることを特徴とする表示装置の駆動方法。

【請求項12】 前記反射表示において、前記表示面から前記液晶に入射された光は、前記前電極及び前記有機エレクトロルミネッセンス層を透過することを特徴とする請求項11記載の表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、表示装置に関し、さらに詳しくは、反射型表示機能および透過型表示機能を兼ね備えた、液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は、薄型軽量化が可能であるため種々の電子機器の表示装置として使用されている。近年では、情報化が個人のレベルまで浸透し始めており、携帯用パソコン（ノート型パソコン）や、携帯情報端末などが普及している。このような電子機器は、携帯用であるため電力消費を極力抑える必要がある。このため、携帯用電子機器では、バックライトを無くしてこれに必要とされる電力を削減した、反射型の液晶表示装置が用いられている。しかし、このような液晶表示装置は、外光が明るい昼間（明状態）においては良好なコントラストを得ることができ、暗い場所や夜間（暗状態）では表示を見ることができない。ここで、反射型ではなく、バックライトを備えた透過型の液晶表示装置について考えると、暗状態ではバックライトの輝度が20cd/m²程度で十分なコントラストを得ることができるのに対し、明状態ではバックライトの輝度が200cd/m²でも良好なコントラストを得ることはできない。そこで、図28に示すような、反射型表示機能と透

過型表示機能とを備えた液晶表示装置が開発されている。この液晶表示装置は、図28に示すように、液晶表示部の後方に半透過半反射膜（ハーフミラー）2が配置され、半透過半反射膜2の後方にバックライトシステム3（ランプ4と導光板5などで構成される）が配置されている。半透過半反射膜2は、ベースフィルムの上面に反射層を設け、下面に散乱層を設けた構造であり、入射する光の一部を透過し、残りの光を反射する機能を持っている。

【0003】以下、この従来の液晶表示装置における表示作用について簡単に説明する。図中Aは液晶表示部1に入射する明状態における外光を示している。この外光Aは、液晶表示部1を通過して半透過半反射膜2に入射する。このとき入射光A1は、一部が透過光A3として半透過半反射膜2を透過し、残りの光が反射光A2として反射する。この反射光A2が液晶表示部1に入射され、液晶の配向状態に応じた表示光A4が表示面から出射され表示が行われる。また、暗状態においては、バックライトシステム3を点灯することにより照明光Bが出射され、この照明光Bが半透過半反射膜2を透過して照明光B1となる。ここで、照明光Bは、一部光が半透過半反射膜2を透過し、この透過した一部の光が照明光B1となる。照明光B1が液晶表示部に入射することにより、液晶の配向状態に応じた表示が可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の液晶表示装置では、外光Aを起源とする入射光A1の一部（A3）が半透過半反射膜2を透過してしまうため、反射光A2の光量が減少してしまい良好なコントラストをとれないという問題がある。一方、暗状態で用いるバックライトシステム3を起源とする照明光Bは、半透過半反射膜2を通過することにより、光量が大幅に減少して照明光B1になる。すなわち、バックライトシステム3からの光を効率よく表示に用いることができない。このため、暗状態において、良好なコントラストを得るにはバックライトシステム3の発光性能を上げることが要請され、消費電力が増加し、特に携帯用液晶表示装置において、連続表示時間が速いという問題を避けることができない。

【0005】また、カラーフィルタを設けて多色表示を行う液晶表示装置では、カラーフィルタに入射した外光やバックライト光がカラーフィルタにより所定波長域に分光されて出射される。すなわち、赤色カラーフィルタであれば、赤色の波長域以外の波長域の光を吸収し、赤色の波長域の光を出射させる機能を有するが、赤色の波長域以外の光を完全に遮光できずに部分的に出射してしまうので色純度が落ちてしまったり、また赤色の波長域の光に加え、赤色の波長域の光も若干吸収してしまうため、全体として輝度が低く、コントラスト比が小さいという問題が生じていた。特に、液晶に対し表示面側にカ

ラーフィルタを設けた半透過半反射型液晶表示装置の場合、反射型として外光はカラーフィルタ及び液晶を2度ずつ通過しなければならず、透過型としてのバックライトの光がカラーフィルタ及び液晶を1度ずつ通過するのに対し入射光に対する出射光の割合が著しく低く、反射型としての表示と透過型としての表示との間での表示具合の差が大きいといった問題もあった。

【0006】一方、カラーフィルタなしに色表示を行う液晶表示装置として、ECB（複屈折効果）型の液晶表示装置がある。

【0007】反射型のECB型液晶表示装置は、一对の基板間に液晶を挟んでなる液晶セルの両外面に、偏光軸を有する偏光板を配置させ、一方の偏光板の下部に反射板を設けた構成になっている。このような液晶表示装置では、外光が他方の偏光板の作用により直線偏光され、この光が液晶を通過する際に液晶の複屈折作用により偏光状態の異なる楕円偏光になり、さらにその後一方の偏光板を通過する際に直接偏光される。この直接偏光された光は反射板で反射され、再び一方の偏光板を透過した後、液晶の複屈折作用により偏光状態の異なる楕円偏光になり、最後に他方の偏光板の偏光作用により所定の波長域の光、つまり所定の色の光として出射される。したがって、上記液晶表示装置は、カラーフィルタなしに液晶の複屈折作用と両偏光板の偏光作用により色表示するものである。ところで、液晶は印加電圧に応じて配列状態が変化するのに伴い偏光性を変える。つまり印加電圧にしたがって液晶から偏光板へ出射される光の偏光状態が変わるので、液晶に加わる印加電圧を制御して同一画素の色を変化することができる。

【0008】しかしながら、このようなECB型液晶表示装置であっても、図29に示すように、入射される光に対する出射する光の割合である出射率が、各色毎に極端に異なり、輝度バランスが著しく損なわれた表示しかできなかった。

【0009】この発明が解決しようとする第一の課題は、明状態において良好なコントラストを有する表示を行うことができ、暗状態においても良好なコントラストを有する表示を低消費電力で行うことができる表示装置を得るにはどのような手段を講じればよいかという点にある。本発明が解決しようとする第二の課題は、各色の輝度バランスの良好な表示を行う液晶表示装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、表示装置において、それぞれ電極を有する一对の透明基板間に挟まれた液晶を有し、一方の透明基板側が表示面である液晶表示パネルと、可視光に対し透過性を示す前電極と可視光に対し反射性を示す後電極と前記前電極及び後電極の間に配置され、実質的に可視光に対し透過性を示し、前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印

加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層とを有し、液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、を備えることを特徴としている。

【0011】請求項1記載の発明においては、表示面から液晶表示パネルに入射された光は、液晶表示パネルの液晶を通過した後、有機ELパネルの後電極に反射され、再び液晶を通過し表示面から出射し表示する。また、有機ELパネルの前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加すると、有機エレクトロルミネッセンス層に電子と正孔とが注入され、有機エレクトロルミネッセンス層内において電子と正孔との再結合に伴った発光が生じ、この光を液晶を通過して表示面から出射する。有機ELパネルは、電極や有機エレクトロルミネッセンス層を極めて薄く設定できるので、これら部材の光吸収による損失が少なく、反射表示、透過表示のいずれにおいても高い輝度の光を表示面から出射することができるとともに、表示光を通過する部材の厚さに比して顕著になる表示像のズレが小さい表示を行うことができる。したがって、半透過半反射板を用いることなしに発光効率の良い反射表示及び透過表示ができるので透過表示での消費電力を小さくすることができる。

【0012】また、有機エレクトロルミネッセンス層内には任意の発光材料を添加することにより、有機ELパネルの発光色を任意に設定することができるので、液晶や偏光板等の作用による表示光の色及び輝度を補正することができ、色純度や輝度バランスを向上することができる。

【0013】請求項11記載の発明では、表示装置の駆動方法において、それぞれ電極が設けられた一対の透明基板間に挟まれた液晶を有し一方の透明基板側に表示面を有する液晶表示パネルと、可視光に対し透過性を示す前電極と可視光に対し反射性を示す後電極と前電極及び後電極の間に配置され実質的に可視光に対し透過性を示し前電極及び後電極の間に所定値の電圧を印加することにより発光する有機エレクトロルミネッセンス層とを有し、液晶表示パネルに対向して配置された有機ELパネルと、を備え、液晶表示パネルの表示面から液晶に入射された光を有機ELパネルの後電極で反射し表示面に出射する反射表示と、前記前電極及び後電極の間に印加された電圧により発光する前記有機ELパネルの光を前記液晶表示パネルの前記液晶を介し前記表示面から出射する透過表示と、を切り替えることを特徴としている。

【0014】反射表示、透過表示のいずれにおいても高い輝度の光を表示面から出射することができるとともに表示像のズレが小さい表示を行うことができ、有機エレクトロルミネッセンス層内には任意の発光材料を添加することにより、有機ELパネルの発光色を任意に設定することができるので、液晶や偏光板等の作用による表示光の色及び輝度を補正することができ、色純度や輝度バランスを向上することができる。さらに、環境（周囲の

明るさ）に応じて反射表示と反射表示より消費電力の大きい透過表示とを切り替えることができるので消費電力の浪費を抑制することができ、本発明の表示装置を携帯用として用いればバッテリーの交換無しに長時間の連続表示が可能になる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る表示装置の詳細を実施形態に基づいて説明する。

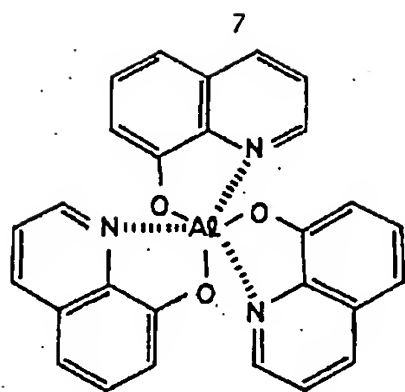
（実施形態1）図1は、この発明に係る表示装置の実施形態1を示す断面図である。同図中11は表示装置であり、相対的に後方に配置された有機EL発光素子12と、この有機EL発光素子12の前方に配置された液晶表示部13と、から大略構成されている。

【0016】まず、有機EL発光素子12の構成について説明する。有機EL発光素子12は、例えばガラスとなる基板14の上に、後部電極としての、光反射性の金属、例えばMgInでなる反射カソード電極15が形成されている。なお、反射カソード電極15の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力（eV）が、後述する電子輸送層16の材料の最低空分子軌道（LUMO）の準位に反映される電子輸送層16材料の電子親和力に近いか又はそれより小さいことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光（400nm以上800nm以下の電磁波）に対し反射性のある材料が望ましい。この反射カソード電極15は、液晶表示部13の表示領域と対応する形状・面積をもつ。また、反射カソード電極15は、任意の膜厚となるようにスパッタ法などを用いて成膜することができ、反射面が平滑な鏡面構造である。

【0017】反射カソード電極15の上には、同様に表示領域と対応する形状・面積を有する、Alq3でなる電子輸送層16が形成されている。この電子輸送層16の膜厚は、20nm～100nm程度であり、蒸着法を用いて形成されている。また、電子輸送層16の上には、PVCzとBNDと発光材料を適宜混合してなる正孔輸送層17が、ディップコートまたはスピンコート法等の湿式成膜により形成されている。この正孔輸送層17の膜厚は、20nm～100nm程度に設定されている。BNDは、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約10/100～20/100の割合で混入され、正孔輸送層17内への正孔の注入及び輸送とを促すようなアノード電極に対し相対的なバンドギャップを持っている。そして、これら電子輸送層16と正孔輸送層17とで、エレクトロルミネッセンス層18を構成している。このエレクトロルミネッセンス層18の膜厚は、約0.15μmとなる。なお、以下にAlq3、PVCz、BNDの構造式を示す。

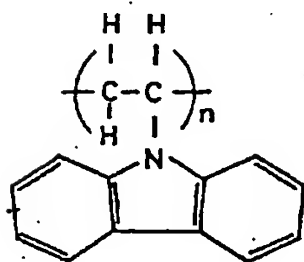
【0018】

【化1】



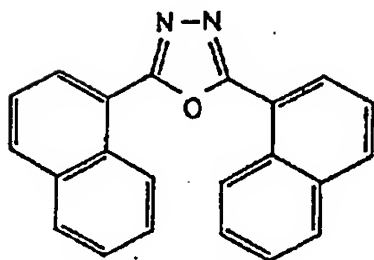
Alq3

【化2】



PVCz

【化3】



BND

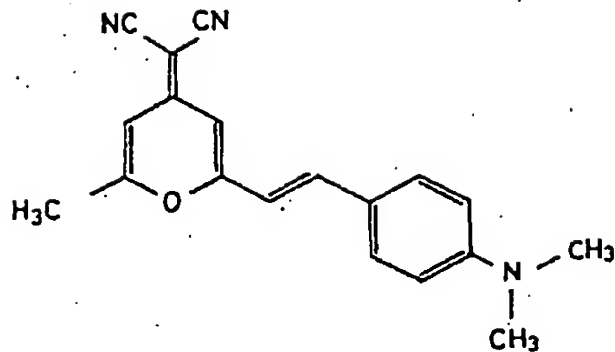
【0019】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス (photoluminescence) 材料からなるドーバントであり、正孔輸送層及び／又は電子輸送層にドーブされている。赤色ドーバントとしては、4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (以下、DCM1) があり、図16に示すように600nm付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。以下にDCM1の構造式を示す。

【化4】

(5)

特開平10-78582

8



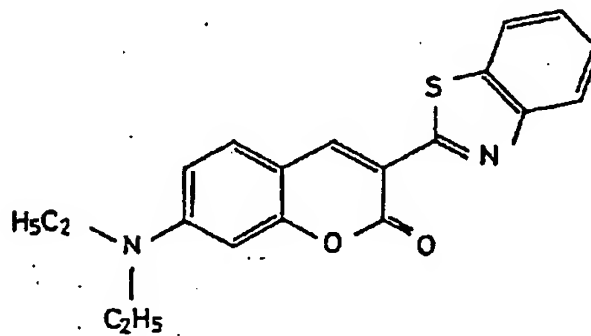
DCM1

緑色ドーバントとして、3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (以下、クマリン6) があり、図16に示すように500nm~550nm間にピークを有する緑色の発光を示す。以下にクマリン6の構造式を示す。

【化5】

10

20

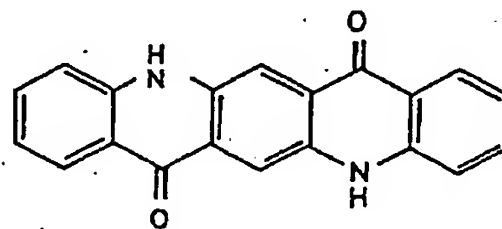


クマリン6

他の緑色ドーバントとして、quinacridone (以下、キナクリドン) がある。以下にキナクリドンの構造式を示す。

30

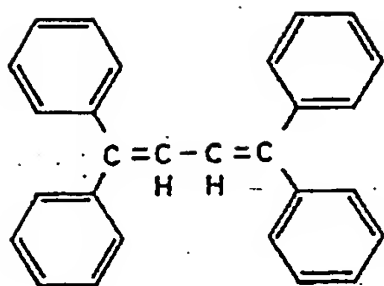
【化6】



キナクリドン

40. 青色ドーバントとしては、tetraphenylbenzidine (以下、TPB)、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)biphenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biphenyl、tetraphenylbutadiene誘導体、cyclopentadiene誘導体、oxadiazole誘導体等がある。以下にTPBの構造式を示す。

【化7】



TPB

赤色ドーバント、緑色ドーバント、青色ドーバントはそれぞれ、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約1/100～4/100の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーブ量を調整されている。

【0020】エレクトロルミネッセンス層18の上には、全面にアノード電極19が形成されている。このアノード電極19は、外光および有機EL発光素子12で発光される光に対して透過性を有する電極材料、例えばITOで形成され、その膜厚は約0.05μmに設定されている。

【0021】以上、表示装置11の有機EL発光素子12の構成について説明したが、上記したように、エレクトロルミネッセンス層18の膜厚を薄くできる理由は、有機膜の成膜制御性が良いことと、材料の電荷注入性などを始めとする特性に起因するものであり、特に有機EL発光素子とすることにより実現し得たものである。そして、エレクトロルミネッセンス層18とアノード電極19とを合わせた膜厚も、0.1μm～0.2μm程度と薄いものであるため、入射する外光の吸収による減衰を極僅かとすることができる。また、このような有機EL発光素子12では、後記する作用で述べるように、外光が、アノード電極19で反射したり、反射カソード電極15で反射したりすることにより、表示画面にフリッカ（ちらつき現象）が発生したり、表示画面が部分的に継続して輝く現象（きらきら）が発生するのを抑制することができる。

【0022】次に、液晶表示部13の構成の概略を説明する。図1に示すように、液晶表示部13は、対をなす前透明基板20側および後透明基板21側と、図示しないシール材と、で形成される間隙に、例えば略90°にツイストネマティック配向されたTN液晶22が封止されて液晶セルが構成されている。そして、前透明基板20の前方には前偏光板23が配置され、後透明基板21の後方には後偏光板24が配置されている。前偏光板23と後偏光板24とは、それぞれの偏光軸が互いに直交し、かつ液晶の配向に合わせて配置されている。前透明基板20側の詳しい構成は、前透明基板20の対向内側

面に、ブラックマスク26、カラーフィルタ27が適宜配置・形成されている。カラーフィルタ27は赤色、緑色、青色の各色をそれぞれ分光するRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタから構成され、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタはそれぞれストライプ状または、後述する画素電極30に対応したドット配列をしている。また、これらブラックマスク26およびカラーフィルタ27の上には、透明性を有する保護膜28が形成され、保護膜28上にITOからなる可視光に対し70%以上の

透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる。前配向膜29が形成されている。一方、後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30および画素電極30に接続されたスイッチング素子である薄膜トランジスタ（TFT）31が、画素配列に従って多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列や、対応するカラーフィルタのR、G、Bを1周期とした画素電極30の列に隣接する列の画素電極30が半周期ずらした、いわゆるデルタ配列等がある。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上及び層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0023】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス（photoluminescence）材料からなるドーバントであり、正孔輸送層及び／又は電子輸送層にドーブされている。赤色ドーバントとしては、4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran（以下、DCM1）があり、図16に示すように600nm付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。以下にDCM1の構造式を示す。

【化4】

【0024】緑色ドーバントとして、3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin（以下、クマリン6）があり、図16に示すように500nm～550nm間にピークを有する緑色の発光を示す。以下にクマリン6の構造式を示す。

【化5】

【0025】他の緑色ドーバントとして、quinacridone（以下、キナクリドン）がある。以下にキナクリドンの構造式を示す。

【化6】

【0026】青色ドーバントとしては、tetraphenylbenzidine（以下、TPB）、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)biphenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biph

enyl, tetraphenylbutadiene誘導体、cyclopentadiene誘導体、oxadiazole誘導体等がある。以下にTPBの構造式を示す。

【化7】

【0027】赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約1/100~4/100の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーパ量を調整されている。

【0028】エレクトロルミネッセンス層18の上には、全面にアノード電極19が形成されている。このアノード電極19は、外光および有機EL発光素子12で発光される光に対して透過性を有する電極材料、例えばITOで形成され、その膜厚は約0.05 μ mに設定されている。

【0029】以上、表示装置11の有機EL発光素子12の構成について説明したが、上記したように、エレクトロルミネッセンス層18の膜厚を薄くできる理由は、有機膜の成膜制御性が良いことと、材料の電荷注入性などを始めとする特性に起因するものであり、特に有機EL発光素子とすることにより実現し得たものである。そして、エレクトロルミネッセンス層18とアノード電極19とを合わせた膜厚も、0.1 μ m~0.2 μ m程度と薄いものであるため、入射する外光の吸収による減衰を極僅かとすることができる。また、このような有機EL発光素子12では、後記する作用で述べるように、外光が、アノード電極19で反射したり、反射カソード電極15で反射したりすることにより、表示画面にフリッカ（ちらつき現象）が発生したり、表示画面が部分的に継続して輝く現象（きらきら）が発生するのを抑制することができる。

【0030】次に、液晶表示部13の構成の概略を説明する。図1に示すように、液晶表示部13は、対をなす前透明基板20側および後透明基板21側と、図示しないシール材と、で形成される間隙に、例えば略90°にツイストネマティック配向されたTN液晶22が封止されて液晶セルが構成されている。そして、前透明基板20の前方には前偏光板23が配置され、後透明基板21の後方には後偏光板24が配置されている。前偏光板23と後偏光板24とは、それぞれの偏光軸が互いに直交し、かつ液晶の配向に合わせて配置されている。前透明基板20側の詳しい構成は、前透明基板20の対向内側面に、ブラックマスク26、カラーフィルタ27が適宜配置・形成されている。カラーフィルタ27は赤色、緑色、青色の各色をそれぞれ分光するRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタから構成され、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタはそれぞれストライプ状または、後述する画素電極30に対応したドット配列をしている。また、これらブラックマスク26およびカラーフィルタ27の上には、透明性を有する保護膜28が形成され、保

護膜28上にITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる。前配向膜29が形成されている。一方、後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30および画素電極30に接続されたスイッチング素子である薄膜トランジスタ(TFT)31が、画素配列に従って多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列や、対応するカラーフィルタのR、G、Bを1周期とした画素電極30の列に隣接する列の画素電極30が半周期ずらした、いわゆるデルタ配列等がある。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上及び層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0031】以下、このような構成の表示装置11を外光を反射させて用いる場合（明状態で用いる場合）と、有機EL発光素子12を発光駆動させて用いる場合（暗状態で用いる場合）の作用・動作を説明する。

【0032】（明状態で用いる場合）この表示装置11を明状態で用いる場合は、有機EL発光素子12をオフ状態にして用いる。図1の矢印aは外光である入射光を示し、矢印bは出射光を示す。まず、入射光aは、液晶表示部13を通過して有機EL発光素子12に入射する。入射光aは、前偏光板23、液晶22、後偏光板24の偏光作用を受け、有機EL発光素子12に入射される。この入射光aは、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18を通過して反射カソード電極15で反射される。このとき、実際の反射は、概して図2で示すことができる。なお、図においてアノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18の光屈折率は無視して示している。同図に示すように、入射光aは、反射カソード電極15で反射する出射光bとアノード電極19の表面で極一部が反射する出射光b₁とに主に分かれる。これら出射光bと出射光b₁との距離dは、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18との膜厚の和をt、入射角を θ とすると、 $d = t \cdot \sin 2\theta / \cos \theta$ で表すことができる。ここで、入射角 $\theta = 30^\circ$ とすると、 $t = 0.2 \mu\text{m}$ であるとすれば、 $d = 0.2 \mu\text{m}$ 程度となる。このように、本実施形態では、有機EL材料を用いたことにより、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18との膜厚の和を小さく抑えることができるため、反射光b、b₁の距離dは極短くなる。なお、エレクトロルミネッセンス層18の屈折率を加味しても略同様の値となる。このため、反射光b、b₁が液晶表示部13に入射して前方に出射された場合に、二重の表

示光が形成されても、その間隔は肉眼では無視できる程短いため、画面にフリッカ（ちらつき現象）を発生させたり、表示画面が部分的に継続して輝く現象（きらきら）を発生させることはない。また、入射光aが反射カソード電極15で反射されたときに、アノード電極19とエレクトロルミネッセンス層18との膜厚は極めて薄いため、出射光bは光量の損失が小さく、表示に対して十分な光量を確保することができる。

【0033】（暗状態で用いる場合）この表示装置11を暗状態で用いる場合は、有機EL発光素子12をオン状態にして用いる。このときの有機EL発光素子12の概略的なエネルギーダイアグラムを図3に示す。図3にPVCz、BND及び発光材料からなる正孔輸送層とAlq3からなる電子輸送層の2層構造の有機EL素子の発光プロセスを示す。ここで、有機carrier輸送層内の電子の移動性は、各材料のlowest unoccupied molecular orbital (LUMO) の準位に依存され、正孔の移動性は、highest occupied molecular orbital (HOMO) の準位に依存され、言い換えれば、これら電荷を有する粒子の移動は、各材料の固有のバンドギャップの上限と下限とに反映される。電極を含む全体としては、電子は各材料の電子親和力(eV)に反映され、正孔は各材料のイオン化エネルギー(eV)に反映されることになる。

【0034】まず、カソード電極から電子輸送層(ETL)への電子の注入に関しては、cathodeの電子親和力とAlq3のLUMOとの間のポテンシャル障壁があるが、cathode及びanode間に所定値の電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。そして、アノード電極から正孔輸送層(HTL)への正孔の注入に関しては、anodeのイオン化エネルギーとHTL内の材料のHOMOとの間のポテンシャル障壁があるが、cathode及びanode間に電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。

【0035】次にHTL内の正孔の移動については、図4に示すように、PVCzとBNDとの混合により形成されたトラッピングサイトを移動するホッピング伝動が主体となる。つまり、anodeのイオン化エネルギーとBNDのHOMOとの差であるgapAを電圧の印加により乗り越えた正孔は、BNDのHOMOとPVCzのHOMOとの間のgapBを次々と乗り越えてETLに向かう。また、Alq3に注入された電子の一部は、電圧の印加によりgapEを乗り越えるが、gapDが大きいためにHTLにおけるETLとの界面付近に留まり、HTL内を輸送される正孔と再結合を起こし、電荷を持たない1重項励起子を発生させる。残りの電子は、ETL内で注入された正孔と再結合を起こし1重項励起子を発生させる。1重項励起子は10nm程度の不規則な移動をした後、失活に至るが、発光材料に補足され、所定波長域の可視光を発光する。

【0036】図5は単層のPVCzと、クマリン6がドーブされたPVCz層と、エタノール中に 2.85×10^{-3} (mol/l)で存在するクマリン6の、それぞれの光吸収スペクトルである。図中、破線(a)は、PVCzの吸収スペクトルであり、実線(b)は、クマリン6がドーブされたPVCz層の吸収スペクトルであり、一点鎖線(c)は、クマリン6のエタノール溶液の吸収スペクトルである。実線(a)及び実線(b)からクマリン6は、PVCz中では400nm~500nm付近に吸収ピークを有し、PVCz自体は主に、350nm以下の光を吸収する性質を有している。

【0037】図6はPVCz単層のEL(エレクトロルミネッセンス)特性とPL(フォトルミネッセンス)特性のスペクトル図である。図中破線が電圧の印加による発光スペクトルで、実線が所定の波長域の光の吸収による発光スペクトルである。PVCzは400nm近傍にELピーク及びPLピークを有している。

【0038】図5、6よりPVCzの単層型の場合、電子と正孔との再結合によりPVCz自体が400nm近傍にピークを有する発光を生じ、この一部をクマリン6が吸収し、発光するという二重の発光になっているが、本実施形態の2層構造の有機EL発光素子12では、図16に示すようにPVCzは400nmピークの発光が、ほとんどなく、発光材料の発光のみが確認されていることから変換効率が極めて良好に行われていることが推察される。

【0039】このような作用により、本実施形態の有機EL発光素子12は、低電圧条件で駆動を行うことができ、低消費電力化を達成することができる。このため、表示装置11の携帯性を高めることができる。また、有機EL素子12での発光は、上記したように正孔輸送層17と電子輸送層16との界面近傍で起こるため、実質的には正孔輸送層17とアノード電極19を膜厚方向に光が通過すればよく、光量の損失がほとんどない。このため、十分な光量の表示用光を発生させることができる。さらに、エレクトロルミネッセンス層を有機化合物で構成したことにより、平滑で均一な膜厚の成膜が行えるため、発光の面内均一性の良好な照明とすることができる。なお、暗状態で用いる場合は、上記したように低消費電力化が図られているため、電池駆動を行ってもよく、コンセントから電源をとって駆動させてもよい。

【0040】以上、実施形態1について説明したが、ここでエレクトロルミネッセンス層として無機EL材料を用いた場合と、上記した実施形態1とを比較して検討する。実施形態1においては、エレクトロルミネッセンス層の膜厚が約0.15μmであり、スピンコーティング法を用いて平坦に形成することができる。これに対して、無機EL材料、例えばチタン系のEL材料をエレクトロルミネッセンス層に適用すると、適切な実効電界と発光が得られるEL膜厚は数十μmとなる。このため、

上記実施形態1において図2を用いて説明した反射光どうしの距離dは、無機EL発光素子の場合に、実施形態1の距離dより大幅に長くなる。また、実施形態1においては、発光メカニズムがエレクトロルミネッセンス層中に注入された電子と正孔との再結合により光が放出される。このようなエレクトロルミネッセンス層は半導体的にとらえることができる。これに対し、無機EL発光素子においては、電子がエレクトロルミネッセンス層中にトンネル効果などで導入され、エレクトロルミネッセンス層に印加されている高電界で加速されて蛍光中心に衝突してエネルギーを与えることにより発光を起していると考えられている。すなわち、無機EL発光素子のメカニズムは、絶縁破壊的にとらえることができる。この点から考えると、有機系エレクトロルミネッセンス層を用いた場合の方が、無機系エレクトロルミネッセンス層を用いた場合よりも、低消費電力化を図り易いといえる。なお、無機EL発光素子では発光材料を発光層内に添加することができないので、有機EL発光素子のように任意の色を発光するような制御が極めて困難である。

【0041】本実施形態では、カラーフィルタ27による色と有機EL発光素子12による色の両方の設定を行うことができ、カラーフィルタ27だけでは困難であった、目的に応じた色の表示が可能となる。上記実施形態では、反射カソード電極15は、反射面が平滑な鏡面構造であったが、反射面に凹凸を形成し散乱させる構造を適用すれば液晶表示の視野角も広がるとともに均一な表示を行うことができる。また、有機EL素子は、任意の波長域の光を発光する発光材料を添加することにより発光色の設定ができる点で、無機EL素子より優れている。このため、本実施形態においては、直線偏光する偏光板や楕円偏光する位相差板や液晶の構成に加え、有機EL発光素子12の発光色により表示色を設定することができるのでより幅の広い色の選択が可能となる。

【0042】(実施形態2)図7は、本発明の表示装置の実施形態2を示す断面図である。本実施形態の表示装置11においては、液晶表示部13の構成は上記した実施形態1と同様である。有機EL発光素子12の構成は、基板14が液晶表示部13に対向するように(前側に)配置され、基板14の後面に順次、アノード電極19、エレクトロルミネッセンス層18、反射カソード電極15が形成された構成である。なお、エレクトロルミネッセンス層18の構成材料は、上記した実施形態1と同様である。本実施形態においても、上記実施形態1と同様に、有機EL発光素子12の消費電力を低くでき、また、面内均一性の良好な発光を行わせることができる。さらに、本実施形態においても、実施形態1と同様に外光の光量の損失を抑制して良好なコントラストを有する表示を可能にする。本実施形態では、基板14上にアノード電極19を配置し、製造プロセス中の各工程のフォトリソエッチング液等に劣化しやすい反射カソ

ード電極15を最後に形成することができるので、品質の良好な有機EL発光素子12を提供することができる。

【0043】(実施形態3)図8は、本発明の表示装置の実施形態3を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13が、上記した実施形態1における後偏光板24を省略できる液晶モードを採用したものである。また、有機EL発光素子12は、液晶表示部12の後透明基板21の後面へ一体的に、順次、アノード電極19、エレクトロルミネッセンス層18、反射カソード電極15が形成されてなる。本実施形態における他の構成は、後偏光板24がない点を除けば上記した実施形態2と同様である。このような構成としたことにより、有機EL発光素子12と液晶表示部13とが一体化した表示装置11を実現でき、より薄型でコンパクトな構造とすることができる。なお、本実施形態における作用・動作は、上記した実施形態2と同様である。

【0044】(実施形態4)図9は、本発明の表示装置の実施形態4を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13の構成が上記した実施形態1と同様である。有機EL発光素子12は、上記した実施形態1の反射カソード電極15が透明電極材料でなるカソード電極15aに置き換えられた構成である。また、有機EL発光素子12の後方には、入射光を散乱させる拡散反射板33が配置されている。このような構成とすることにより、図6に示すように、明状態では外光である入射光aは、液晶表示部13と有機EL発光素子12とを通過し、拡散反射板33で反射されて反射光bとなる。このとき、実際には反射光bは拡散反射板33で散乱されて単一の光線ではなく多方向に進む多数の光線となる。このため、液晶表示部13に後方から入射する光の面内均一性を高めることができる。暗状態では、有機EL発光素子12を駆動して表示用光cを発光させることにより、液晶表示部13の液晶の配向に応じた表示が可能となる。本実施形態においては、上記したように、拡散反射板33の表面に入射光aが当たると、この入射光aが散乱されて反射光の均一化を図ることができる。本実施形態における他の構成は、上記した実施形態1と略同様である。

【0045】(実施形態5)図10は、本発明の表示装置の実施形態5を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13の前偏光板23の前面に拡散板41を設けた点を除けば、実施形態1と同様の構成である。拡散板41は、互いに異なる屈折率の層が複数積層された板であり、入射された光が各層の界面で反射、透過を繰り返し起こすことにより光の進行方向を拡散させる機能を有する。このような構造の表示装置では、反射型としては、入射光aが1度拡散板41に拡散された後、液晶22に入射し反射カソード電極15の反射により反射された出射光bが前偏光板23を透過した

後、再び拡散板41に拡散されるので、二重に拡散されることから、より液晶表示の視野角も広がるとともに均一な輝度の表示を行うことができる。また、透過型の場合でも1度拡散されるので、優れた表示を行うことができる。

【0046】(実施形態6)図11は、本発明の表示装置の実施形態6を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13と有機EL発光素子12との間に拡散板42を設けた点を除けば、実施形態1と同様の構成である。拡散板42は、互いに異なる屈折率の層が複数積層された板であり、入射された光が各層の界面で反射、透過を繰り返し起こすことにより光の進行方向を拡散させる機能を有する。このような構造の表示装置では、反射型としては、入射光aが液晶22を通過した後拡散板42により拡散され、反射カソード電極15の反射により反射された出射光bが再び拡散板42に拡散されるので、二重に拡散されることから、より液晶表示の視野角も広がるとともに均一な輝度の表示を行うことができる。また、透過型の場合でも1度拡散されるので、優れた表示を行うことができる。

【0047】(実施形態7)図12は、本発明の表示装置の実施形態7を示す断面図である。本実施形態の表示装置においては、液晶表示部13の後偏光板24がない点を除けば、実施形態1と同様の構成である。実施形態1では、反射型として外光が後偏光板24を2度透過し、透過型として1度しか透過してないため、反射型と透過型での輝度の差が比較的大きいものに対して、本実施形態では偏光板を1枚にしたのでより透過性が良好になり、反射型と透過型での輝度の差を小さくすることができる。

【0048】(実施形態8)図13は、本発明の表示装置の実施形態8を示す断面図である。同図中11は、表示装置であり、液晶表示部13と、相対的に後方に配置された有機EL発光素子12と、から大略構成される。有機EL発光素子12は、ガラスでなる基板14の上に、低仕事関数の光反射性の金属、例えばMgInでなる反射カソード電極15が形成されている。なお、反射カソード電極15の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力(eV)が、電子輸送層16の材料の最低空分子軌道(LUMO)の準位に反映される電子輸送層16材料の電子親和力に近いが又はそれより小さいことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光(400nm以上800nm以下の電磁波)に対し反射性のある材料が望ましい。反射カソード電極15上には、Alq3からなる電子輸送層16と、PVCzとBNDと発光材料とが混在された正孔輸送層17と、が順次積層されてなるエレクトロルミネッセンス層18が形成されている。エレクトロルミネッセンス層18上には、アノード電極19が積層されている。

【0049】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス(photo luminescence)材料からなるドーバントであり、正孔輸送層及び/又は電子輸送層にドーブされている。赤色ドーバントとしては、DCM1があり、図16に示すように600nm付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。緑色ドーバントとしてクマリン6があり、図16に示すように500nm~550nm間にピークを有する緑色の発光を示す。他の緑色ドーバントとして、キナクリドンがある。青色ドーバントとしては、TPBを適用される。他の青色ドーバントとしては、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)bi-phenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biphenyl、tetraphenylbutadiene誘導体、cyclopentadiene誘導体、oxadiazole誘導体等がある。赤色ドーバント、緑色ドーバント、青色ドーバントはそれぞれ、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約1/100~4/100の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーブ量を調整されている。

【0050】液晶表示部13は、有機EL発光素子12のアノード電極19の外面側に配置され、両外面にそれぞれ前偏光板23、後偏光板24が設けられた一対の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶45を封入した構造となっている。前透明基板20は、対向内側の面に、ITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内面側には、ITOでなる画素電極30及び画素電極30に接続されたスイッチング素子であるTF T31が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TF T31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTF T31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上及び層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0051】前配向膜29と後配向膜32との間には、所定方向に初期配向された液晶45が介在している。液晶45の分子は、配向膜29、32の上における配向方向を配向膜29、32で規制され、前記配向膜29、32面に対し僅かなブレチルト角で傾斜した状態で、一方の基板側から他方の基板側に向かって $75^{\circ} \pm 10^{\circ}$ のツイスト角で所定の方向にツイスト配向している。

【0052】そして、この表示装置11においては、液晶45の屈折率異方性 Δn と液晶層厚dとの積である $\Delta n d$ の値と、表裏一対の偏光板23、24の透過軸の向

きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、液晶表示部13の両基板20、21の電極30、25間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0053】図14は、上記液晶表示部13の液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸の向きを液晶表示装置の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶表示部13の $\Delta n d$ の値を800nm~1100nmに設定するとともに、偏光板23、24はそれぞれの透過軸23a、24aを次のような向きにして配置されている。

【0054】すなわち、図14のように、液晶表示部13の一方の基板、例えば基板21の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）21aは、液晶表示部13の横軸Sに対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の基板20の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）20aは、前記横軸Sに対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、基板21から基板20に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0055】そして、液晶表示部13の基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを 0° の方向とすると、液晶表示部13の基板21に対向する偏光板24の透過軸24aは、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、液晶表示部13の基板20に対向する偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0056】この実施形態のカラー液晶表示装置は、液晶表示部13の液晶層の複屈折作用と一対の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置においては、偏光板23を透過して入射した直線偏光が、液晶表示部13を通る過程でその液晶層の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって偏光板24に入射して、この偏光板24を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極15で反射され、前記偏光板24と液晶表示部13と偏光板23とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0057】なお、反射カソード電極15で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶表示部13の液晶層により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とはほぼ同じ直線偏光となって偏光板23に入射するため、この偏光板23を透過して出射する光は、反射カソード電極15で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0058】そして、前記液晶表示部13の液晶層の複屈折作用は、この液晶層への印加電圧に応じた液晶分子

の配向状態の変化によって変化し、それによっても前記偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化する。

【0059】すなわち、液晶表示部13の電極25、30間に電圧を印加すると、液晶分子がツイスト配向状態を保ちつつ立上がり配向し、この液晶分子の立上がり角が大きくなるにつれて液晶層の複屈折作用が小さくなるが、液晶表示部13の液晶層の複屈折作用が変化すると、液晶表示部13を透過して偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化し、その光が反射カソード電極15で反射されて液晶表示部13の表面側に出射する。

【0060】このように、このカラー液晶表示装置の出射光の色、つまり表示色は、電極25、30間に印加する電圧に応じて変化する。このカラー液晶表示装置の1つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0061】図15は上記カラー液晶表示装置の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。この図15のように、上記カラー液晶表示装置の表示色は、液晶表示部13の電極25、30間に電圧を印加していない初期状態ではパープル(P)に近い色であり、電極25、30間に印加する電圧を高くしてゆくのにともなって、矢印方向、すなわち赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0062】また、黒の表示状態における出射率を $R(\min)$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が5Vのときで $R(5V)$ 、印加電圧が7Vのときで $R(7V)$ とすると、上記カラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\min) = 2.78\%$$

$$R(5V) = 22.85\%$$

$$R(7V) = 29.55\%$$

である。

【0063】そして、上記カラー液晶表示装置における黒と白の表示のコントラストCRは、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときのコントラストを $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときのコントラストを $CR(7V)$ とすると、

$$CR(5V) = 8.22$$

$$CR(7V) = 10.63$$

であり、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0064】このような表示色とコントラストは、液晶表示部13の液晶45の分子が基板21側から基板20

側に向かって $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角で所定の方向にツイスト配向しており、この液晶表示部13の $\Delta n d$ の値が $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ であるとともに、基板21の近傍における液晶分子の配向方向21aを 0° の方向としたとき、偏光板24の透過軸24aが液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、偏光板23の透過軸23aが前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定されていることを条件として得られるものであり、これらの条件が前記範囲を外されると、その度合が大きくなるにつれて、コントラスト、表示色の順で表示品質が悪くなる。

【0065】したがって、このカラー液晶表示装置によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0066】また、透過型として用いる場合、従来のECB液晶表示装置は、図29に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。有機EL発光素子12では、赤色ドーバントとしてDCM1、緑色ドーバントとしてクマリン6、青色ドーバントとしてTPBを適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーバントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機EL発光素子12では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができるので、目的に応じた表示色の色及び輝度を制御することができる。

【0067】（実施形態9）図17～図19はこの発明の実施形態9を示しており、図17はカラー液晶表示装置の断面図である。この実施形態の表示装置11は、液晶表示部13と、相対的に後方に配置された有機EL発光素子12と、から大略構成される。液晶表示部13は、一対の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶45が封入され、前透明基板20の外側面に位相差板49が配置され、位相差板49の外側面に前偏光板23が配置され、後透明基板21の外側面に後偏光板24が配置された構造となっている。前透明基板20は、対向内側の面に、ITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内面側には、ITOでなる画素電極30及び画素電極30に接続されたスイッチング素子であるTFT31が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートライン

に接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上及び層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。前配向膜29と後配向膜32との間には、所定方向に初期配向された液晶45が介在している。

【0068】この実施形態のカラー液晶表示装置においては、液晶表示部13内部に封止された液晶45の $\Delta n d$ の値と、位相差板49のリタレーションの値と、表裏一対の偏光板23、24の透過軸及び位相差板49の遅相軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、電極25、30間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0069】図18は、封止された液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸及び位相差板49の遅相軸の向きを表示装置11の表示面側から見た図であり、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$ の値を $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ に設定し、位相差板49としてリタレーションの値が $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$ のものをを用いるとともに、表側及び裏側偏光板23、24をその透過軸23a、24aを次のような向きにして配置し、前記位相差板49をその遅相軸49aを次のような向きにして配置している。

【0070】すなわち、図18のように、一方の基板、例えば裏面側基板21の近傍における液晶分子配向方向21aは、液晶表示部13の横軸Sに対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の表面側基板20の近傍における液晶分子配向方向20aは、前記横軸Sに対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、裏面側基板21から表面側基板20に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0071】そして、裏面側基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを 0° の方向とすると、裏面側基板21に対向する裏側偏光板24の透過軸24aは、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、表面側基板20に対向する表側偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $60.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板49の遅相軸49aは、前記ツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0072】この実施形態の表示装置11は、液晶表示部13の液晶層の複屈折作用及び位相差板49の複屈折作用と一対の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置においては、表側偏光板23を透過して入射した直線偏光が、位相差板49と液晶45を通る過程で前記位相差板49の

複屈折作用及び液晶45の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって裏側偏光板24に入射して、この裏側偏光板24を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極15で反射され、前記裏側偏光板24と液晶45と位相差板49と表側偏光板23とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0073】なお、反射カソード電極15で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶45及び位相差板49により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とほぼ同じ直線偏光となって表側偏光板23に入射するため、この表側偏光板23を透過して出射する光は、反射カソード電極15で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0074】そして、液晶45の複屈折作用は、この液晶45への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって変化し、それによってもって裏側偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この裏側偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化し、その光が反射カソード電極15で反射されて表示装置11の表面側に出射する。

【0075】したがって、この表示装置11の出射光の色、つまり表示色は、電極30、25間に印加する電圧に応じて変化する。

【0076】この表示装置11の1つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0077】図19は表示装置11の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。この図19のように、表示装置11の表示色は、電極25、30間に電圧を印加していない初期状態ではパープル(P)に近い色であり、電極25、30間の印加電圧を高くしてゆくのによってもって、赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0078】また、この実施形態の表示装置11における黒の表示状態の出射率を $R(\min)$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が5Vのときで $R(5V)$ 、印加電圧が7Vのときで $R(7V)$ とすると、このカラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\min) = 3.30\%$$

$$R(5V) = 23.64\%$$

$$R(7V) = 28.91\%$$

である。

【0079】そして、このカラー液晶表示装置における黒と白の表示のコントラストCRは、白を表示させるための印加電圧を5VとしたときのコントラストをCR

(5V)、白を表示させるための印加電圧を7Vとした

ときのコントラストをCR(7V)とすると、

$$CR(5V) = 7.16$$

$$CR(7V) = 8.76$$

であり、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0080】したがって、この表示装置11によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0081】なお、上記実施形態では、図18のように、 0° の方向に対して、表側偏光板23の透過軸23aを $60.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板49の遅相軸49aを $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定したが、この実施形態のように、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 Δnd の値を $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ 、位相差板49のリタレーションの値を $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$ とし、かつ、裏側偏光板24の透過軸24aを前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定する場合は、前記 0° の方向に対して、表側偏光板23の透過軸23aが液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ \sim 60.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向、位相差板49の遅相軸49aが前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ \sim 52.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向にあれば、白と黒および赤、緑、青を高い色純度で表示することができる。

【0082】(実施形態10)次に実施形態10について以下に説明する。実施形態10では、表示装置11が、前偏光板23の透過軸23aの方向、位相差板49の遅相軸49aの方向を除けば、実施形態9と同様の構成である。図20はこの発明の実施形態10を示す。液晶表示部13の液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸23a、24aおよび位相差板49の遅相軸の向きを表示装置11の表示側から見た図である。この形態は、 0° の方向(裏面側基板21の近傍における液晶分子配向方向21a)に対して、表側偏光板23の透過軸23aを液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板49の遅相軸49aを前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にしたものであり、両基板20、21の近傍における液晶分子配向方向21a、20aと、裏側偏光板24の透過軸24aの向きは図18と同じである。

【0083】図21は実施形態10による表示装置11の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図であり、この表示装置11の表示色も、電極25、30間の印加電圧を高くしてゆくのによってもって、赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な

色である。

【0084】また、この表示装置11における光の出射率は、

$$R(\min) = 2.76\%$$

$$R(5V) = 24.08\%$$

$$R(7V) = 30.60\%$$

である。

【0085】そして、この表示装置11における、白を表示させるための印加電圧を5VとしたときのコントラストをCR(5V)と、白を表示させるための印加電圧を7VとしたときのコントラストをCR(7V)は、

$$CR(5V) = 8.72$$

$$CR(7V) = 11.09$$

である。

【0086】(実施形態11) 図22および図23はこの発明の実施形態11を示している。実施形態11では、表示装置11が、前偏光板23の透過軸23aの方向、位相差板49の遅相軸49aの方向及び偏光板24の透過軸24aの方向を除けば、実施形態9と同様の構成である。図22は、この実施形態の表示装置11における液晶45の分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸23a、24aおよび位相差板49の遅相軸49aの向きを液晶表示装置の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 Δnd の値を800nm~1100nmに設定し、位相差板49としてリタレーションの値が60nm \pm 20nmのものを用いるとともに、表側及び裏側偏光板23、24をその透過軸23a、24aを次のような向きにして配置し、前記位相差板49をその遅相軸49aを次のような向きにして配置している。

【0087】すなわち、図22のように、一方の基板、例えば裏面側基板21の近傍における液晶分子配向方向21aは、液晶表示部13の横軸Sに対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の表面側基板20の近傍における液晶分子配向方向20aは、前記横軸Sに対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、裏面側基板21から表面側基板20に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0088】そして、裏面側基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを 0° の方向とすると、裏面側基板21に対向する裏側偏光板24の透過軸24aは、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、表面側基板20に対向する表側偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $36.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板49の遅相軸49aは、前記ツイスト方向と逆方向に $138.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0089】この実施形態の表示装置11は、液晶45の複屈折作用及び位相差板49の複屈折作用と一対の偏

光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置の1つの画素で表示できる色も、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0090】図23は表示装置11の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。この図23のように、表示装置11の表示色は、電極25、30間に電圧と印加していない初期状態ではパープル(P)に近い色であり、電極25、30間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0091】また、この実施形態11の表示装置11における黒の表示状態の出射率を $R(\min)$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が5Vのときで $R(5V)$ 、印加電圧が7Vのときで $R(7V)$ とすると、このカラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\min) = 1.85\%$$

$$R(5V) = 22.37\%$$

$$R(7V) = 28.35\%$$

である。

【0092】そして、この表示装置11における黒と白の表示のコントラストCRは、白を表示させるための印加電圧を5VとしたときのコントラストをCR(5V)、白を表示させるための印加電圧を7VとしたときのコントラストをCR(7V)とすると、

$$CR(5V) = 12.09$$

$$CR(7V) = 15.32$$

であり、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0093】すなわち、この実施形態11の表示装置11は、基板20、21をはさんで配置された一対の偏光板23、24のうちの一方の偏光板(この実施形態では表側偏光板)23と基板20との間に1枚の位相差板49を配置するとともに、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 10^\circ$ とし、さらに液晶45の Δnd の値を800nm~1100nm、位相差板49のリタレーションの値を60nm \pm 20nmとした場合における赤、緑、青、黒、白の表示色が得られる偏光板23、24及び位相差板49の配置条件が、実施形態9、10の条件の他にも存在することに基づいたものであり、この表示装置11によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒及び赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0094】(実施形態12) 図24は、本発明の表示装置の実施形態12を示す断面図である。同図中11

は、表示装置であり、液晶表示部13と、有機EL発光素子12と、から大略構成され、後偏光板24がない点を除けば実施形態8と同様の構成となる。このような構造の液晶表示装置では、偏光板を1枚にしたのでより透過性が良好になるので全体の輝度が高くなるとともに、反射型と透過型での輝度の差を小さくすることができる。

【0095】実施形態8～12のようなECB型の液晶表示装置は、透過型として用いる場合、図29に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。実施形態8～12の有機EL発光素子12では、例えば赤色ドーパントとしてDCM1、緑色ドーパントとしてクマリン6、青色ドーパントとしてTPBを適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーパントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機EL発光素子12では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができるので、目的に応じた表示色の色及び輝度を制御することができる。

実施形態8～12の表示装置11に実施形態4～6のように適宜拡散板を配置させ均一な表示を行うことができる。

【0096】（実施形態13）図25は、本発明の表示装置の実施形態13を示す断面図である。同図中11は、表示装置であり、液晶表示部13と、有機EL発光素子12と、から大略構成される。液晶表示部13は、有機EL発光素子12のアノード電極19の外側面に配置され、一対の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶51を封入した構造となっている。前透明基板20は、対向内側の面に、ITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30及び画素電極30に接続されたスイッチング素子であるTFT31が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向及びそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上及び層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。前配向膜29と後配向膜32との間には、所定方向に初期配向された液晶51が介在している。

【0097】液晶51は、相転移（コレステリック・ネマチック）型液晶に二色性染料を添加させた、いわゆる

PCGH液晶や、PD（高分子分散型）液晶、PD液晶等から選択することができる。

【0098】このような、表示装置11では、偏光板、カラーフィルタが一切ないので、反射型と透過型との間の輝度の差がより小さくなるとともに高い輝度の表示を行うことができる。

【0099】上記実施形態1～13では、液晶表示部13と有機EL発光素子12とから構成されたが、これら実施形態の表示装置11の液晶表示部13と有機EL発光素子12との間に図26(a)、(b)に示すような光進行方向制御板53を配置した構造であってもよい。光進行方向制御板53は、ポリカーボネイト、ポリエステル、ポリアクリル等の光透過性材料からなり、屈折率が1.3～1.4に設定されている。また光進行方向制御板53は、その液晶表示部13との対向面側が規則的に凹凸があるマイクロブリズム形状に施され、有機EL発光素子12との対向面側が平滑な面構造になっている。マイクロブリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角 θ 、 θ' と設定されており、ここで光進行方向制御板53への光の入射角は、液晶表示部13の表示面の表示面側の法線方向の軸、或いは制御板53の平滑な底面の液晶表示部13側の法線方向の軸を、 0° とし、マイクロブリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角側への傾きを $+(\cdot)$ 、逆方向への傾きを $-(\cdot)$ で定義する。傾斜角を 25° に設定すると、反射型のときの、入射角が $+30^\circ$ の入射光Xが 0° の出射光として出射することができる。

【0100】以上、実施形態1～実施形態13について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、構成の要旨に付随する各種の変更が可能である。例えば、液晶モードをTN液晶モードの他に、STN液晶モード、ゲスト・ホスト（GH）液晶モード、偏光板を用いないPC（相転移）モード、PDLC（高分子分散型液晶）モード、PDLC/GHモード、コレステリック液晶モード、PC液晶/GHモードなどの各種の液晶モードを液晶表示部13に適用することができる。このような液晶モードに応じて、例えばカラーフィルタの有無や、偏光板の有無などの、液晶表示部の構成も適宜変更することが可能である。

【0101】また、上記した各実施形態では、エレクトロルミネッセンス層18を、Alq3でなる電子輸送層16と、PVCzとBNDと白色発光材料とでなる正孔輸送層17とを接合した構成としたが、他の有機EL材料を用いて、単層のエレクトロルミネッセンス層や、3層以上の構造のエレクトロルミネッセンス層とすることも可能である。

【0102】上記実施形態1～13では、発光材料の水素結合による凝集により発生する濃度消光を抑制するために、有機EL発光素子12において、発光材料を分散するPVCzと発光材料とを混在させているが、Alq

3の中、またはAlq3及び正孔輸送層の中に、Alq3や正孔輸送層の発光波長域の光を吸収し、所定波長域の光を発光する発光材料を添加させても良い。Alq3は、それ自体が正孔と電子との再結合により青緑色に発光するが、例えば、クマリン6と混在させれば、より輝度の高い青緑色を発光することができる。

【0103】各実施形態では、反射カソード電極としてマグネシウム合金を用いたが、ハフニウム(Hf、仕事関数3.63eV)や希土類元素であるスカンジウム(Sc、仕事関数3.5eV)、イットリウム(Y、仕事関数3.1eV)、ランタン(La、仕事関数3.5eV)、セリウム(Ce、仕事関数2.9eV)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd、仕事関数3.2eV)、プロメチウム(Pm)、サマリウム(Sm、仕事関数2.7eV)、ユウロビウム(Eu、仕事関数2.5eV)、ガドリニウム(Gd、仕事関数3.1eV)、テルビウム(Tb、仕事関数)、ジスプロシウム(Dy)、ホルモエム(Ho)、エルビウム(Er、仕事関数2.97eV)、ツリウム(Tm、仕事関数2.6eV)、ルテチウム(Lu)の、単体やこれらの元素を含む合金であってもよい。

【0104】上記実施形態1~13では、反射カソード電極15は、反射面が平滑な鏡面構造であったが、反射面に凹凸を形成し散乱させる構造を適用すれば均一な面発光を照射することができ、液晶表示の視野角も広がる

ことができる。

【0105】上記実施形態1~13では、有機EL発光素子12の基板14をガラス基板としたが、1μm~5μm厚の酸化シリコン層あるいはアクリル系の有機絶縁層を基板に適用すれば、より薄い構造にすることができるとともに基板の屈折率の違いによる視差を低減することができる。

【0106】上記実施形態1~13では、液晶表示部13は、TFT31によるアクティブ駆動であったが、液晶を挟んで対向する電極をストライプ形状にした単純マトリクス駆動であってもよい。

【0107】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明によれば、明状態において良好なコントラストを有する表示を行うことができ、暗状態においても良好なコントラストを有し、かつ低消費電力で表示を行うことができる携帯性を備えた表示装置を実現するという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る表示装置の実施形態1を示す断面図。

【図2】実施形態1の作用を示す説明図。

【図3】有機EL発光素子における、電子と正孔の注入障壁に対する効果を示すエネルギーダイヤグラム。

【図4】正孔輸送層(HTL)内の正孔の移動メカニズ

ムを示すエネルギーダイヤグラム。

【図5】PVCz、クマリン6がドーブされたPVCz、エタノール中に存在するクマリン6のそれぞれの光吸収スペクトルを示すグラフ。

【図6】PVCzのEL特性とPL特性を示すスペクトル図。

【図7】実施形態2の表示装置を示す断面図。

【図8】実施形態3の表示装置を示す断面図。

【図9】実施形態4の表示装置を示す断面図。

【図10】実施形態5の表示装置を示す断面図。

【図11】実施形態6の表示装置を示す断面図。

【図12】実施形態7の表示装置を示す断面図。

【図13】実施形態8の表示装置を示す断面図。

【図14】液晶表示部の液晶分子の配向状態と各偏光板の透過軸の向きを液晶表示装置の表面側から見た状態を示す説明図。

【図15】実施形態8のカラー液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図16】クマリン6およびDCM1の波長とEL強度との関係を示すグラフ。

【図17】実施形態9の表示装置を示す断面図。

【図18】液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図19】実施形態9の表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図20】実施形態10の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図21】実施形態10の表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図22】実施形態11の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図23】実施形態11の表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図24】実施形態12の表示装置を示す断面図。

【図25】実施形態13の表示装置を示す断面図。

【図26】(a)および(b)は光進行方向制御板を示す断面説明図。

【図27】光進行方向制御板の傾斜角度に応じた入射光の角度と出射光の角度との関係を示すグラフ。

【図28】従来の表示装置を示す断面図。

【図29】従来のECB型液晶表示装置における入射される光に対する出射する光の割合(出射率)と、印加電圧と、出射光の色と、の関係を示すグラフ。

【符号の説明】

11 表示装置

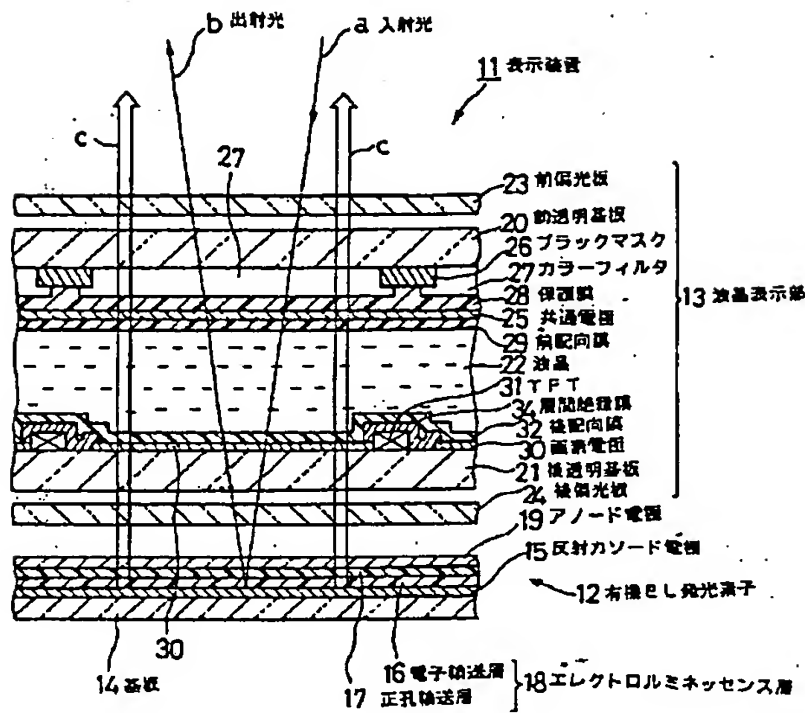
12 有機EL発光素子

13 液晶表示部

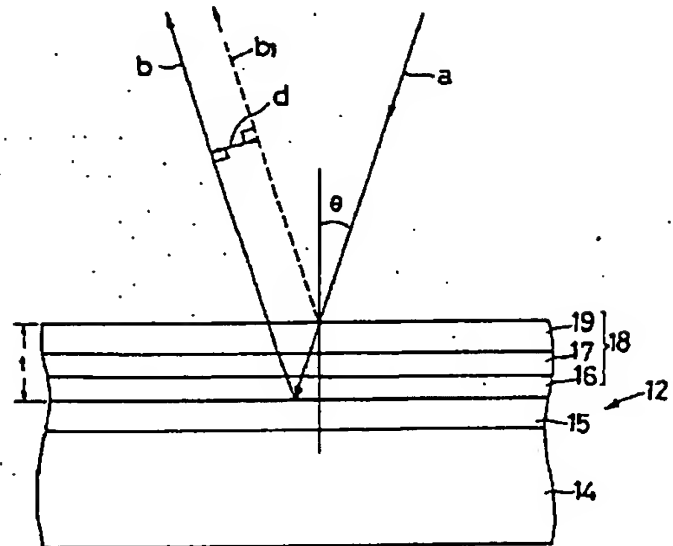
- 15 反射カソード電極
18 エレクトロルミネッセンス層
19 アノード電極

- * a 入射光 (外光)
b 出射光
* c 表示用光 (EL光)

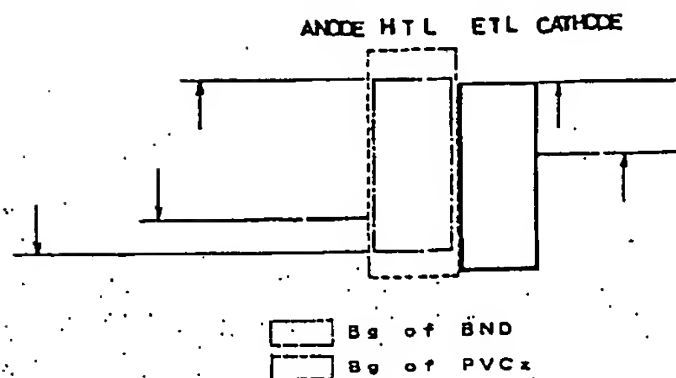
【図1】



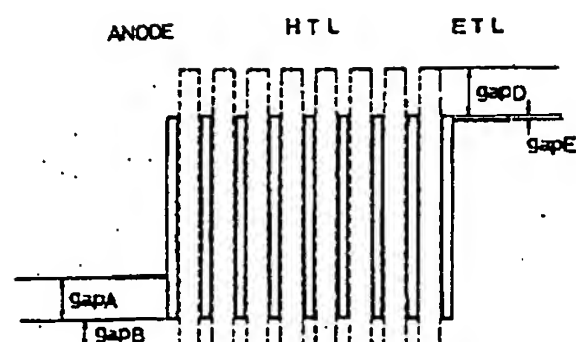
【図2】



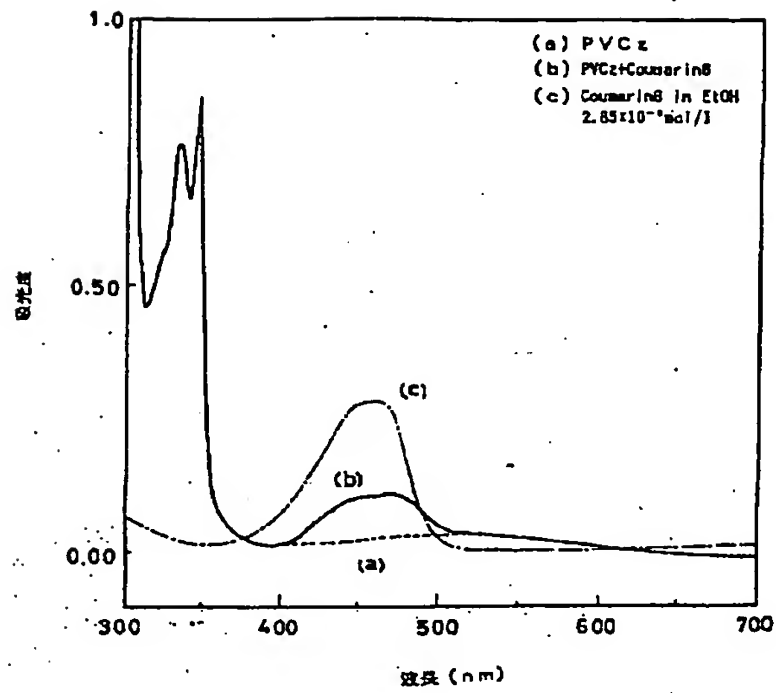
【図3】



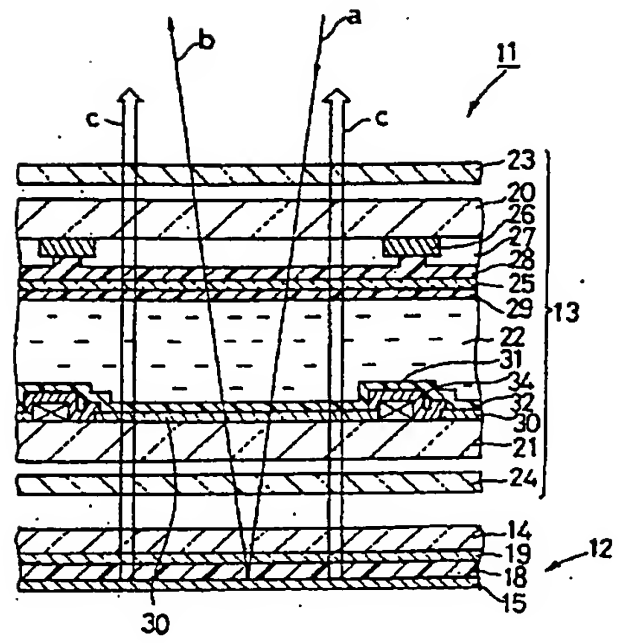
【図4】



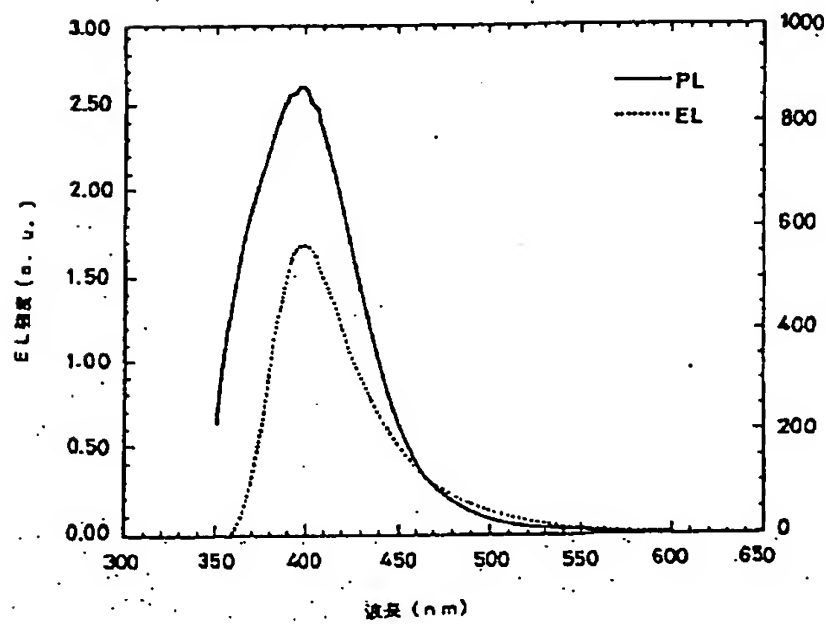
【図5】



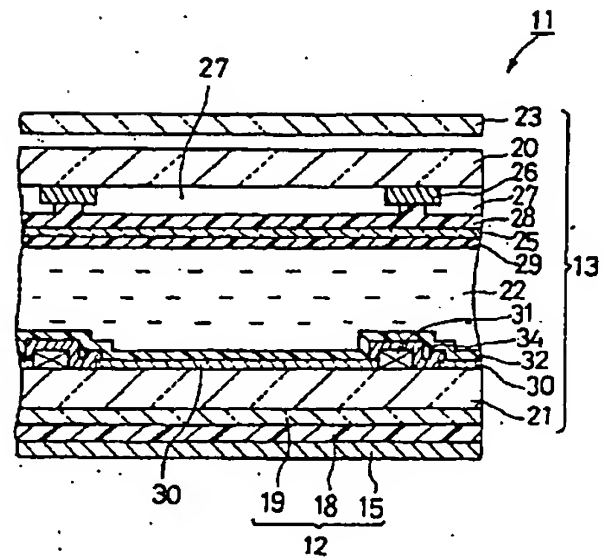
【図7】



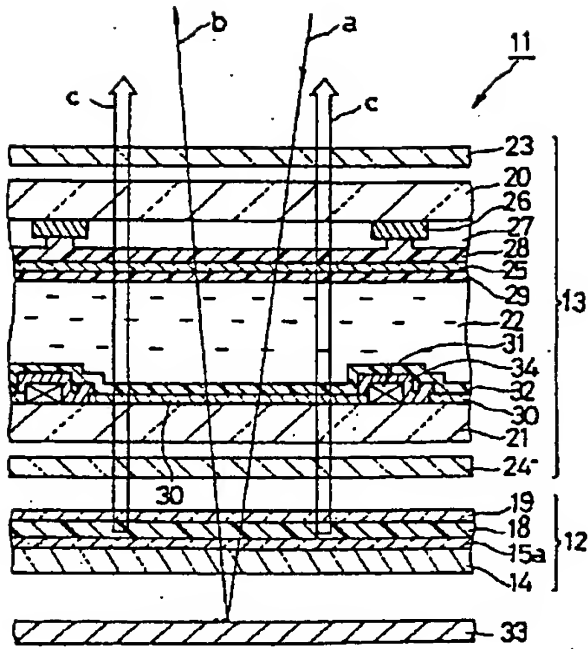
【図6】



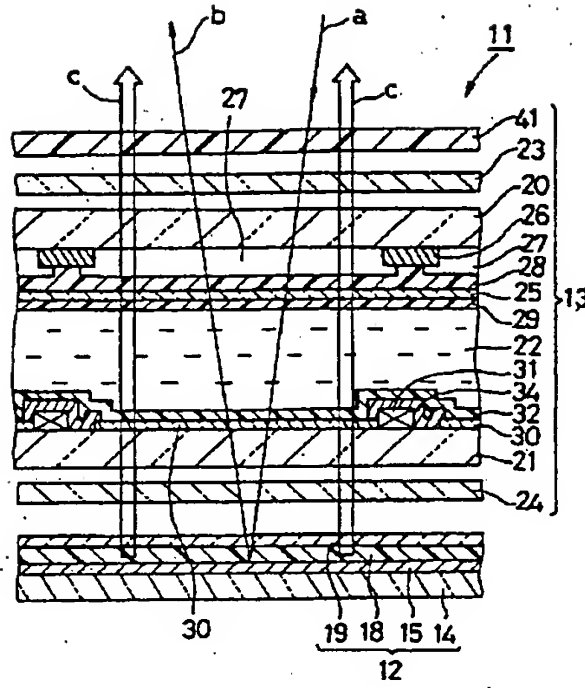
【図8】



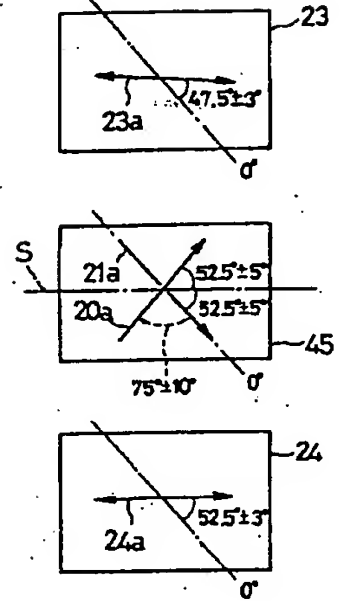
【図9】



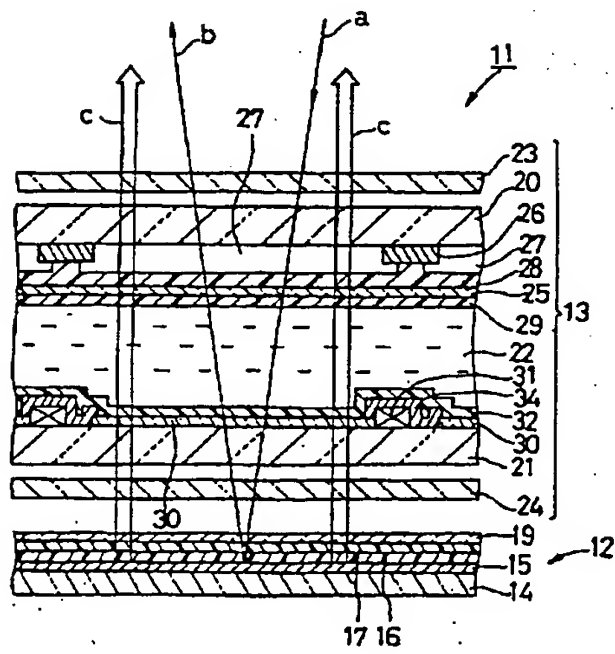
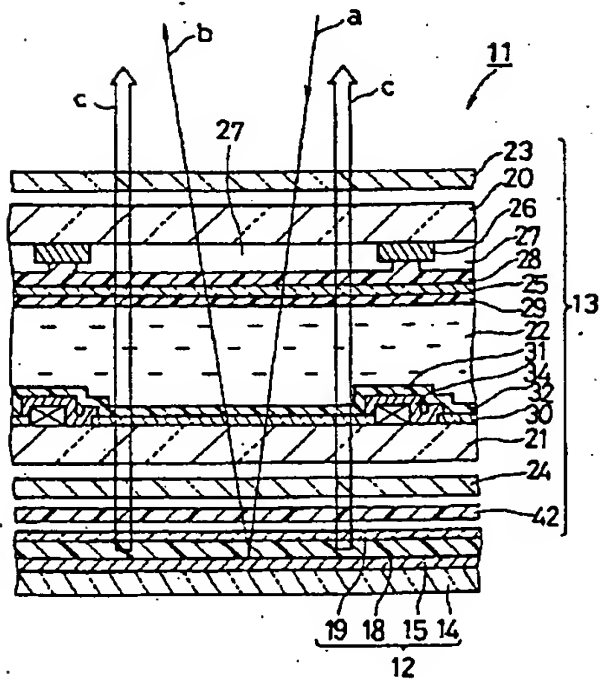
【図10】



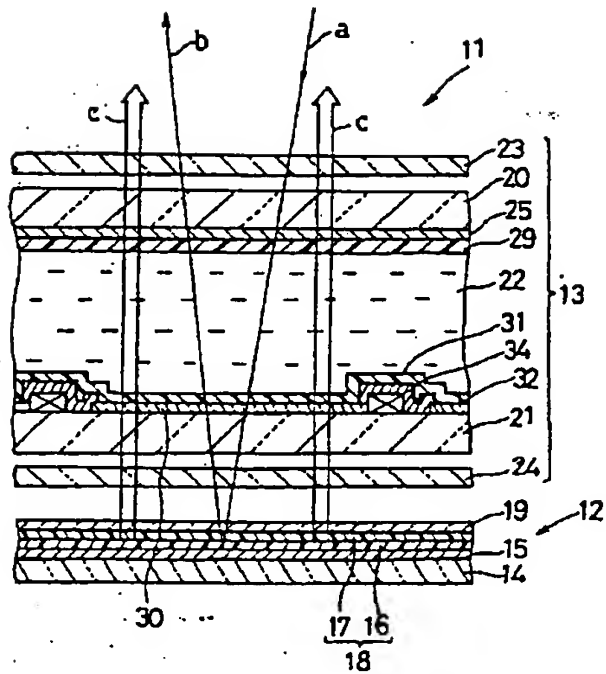
【図14】



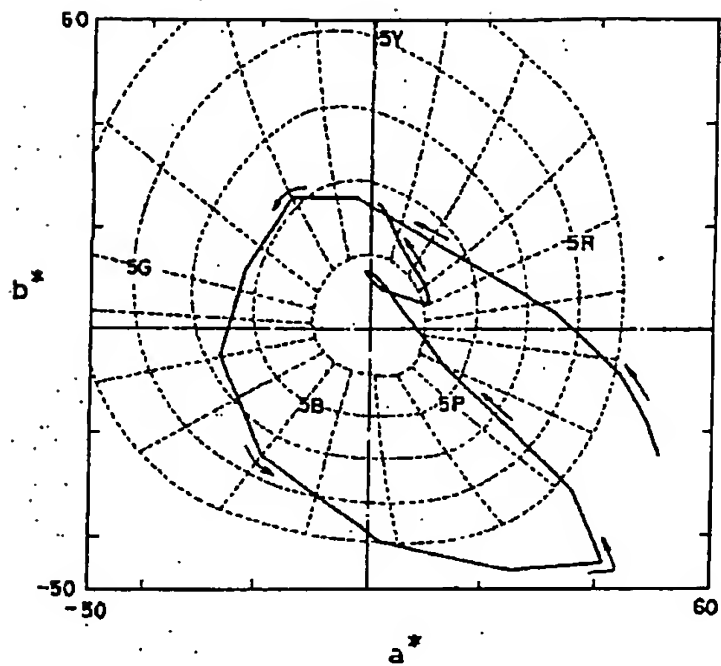
【図12】



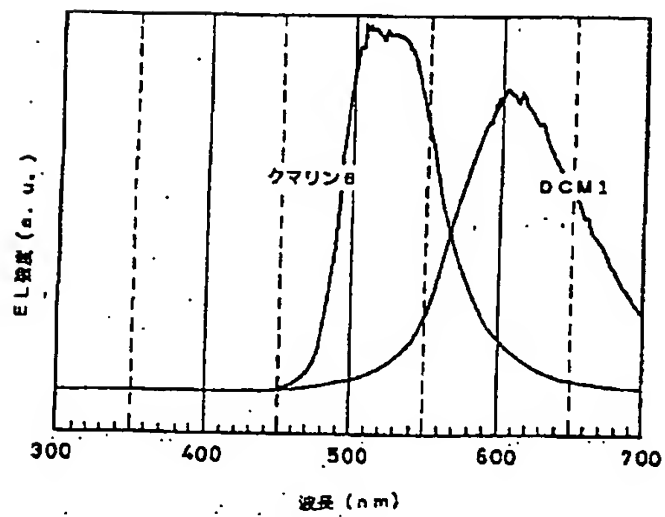
【図13】



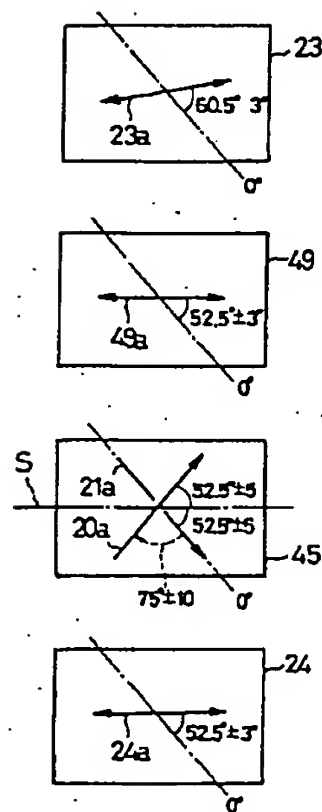
【図15】



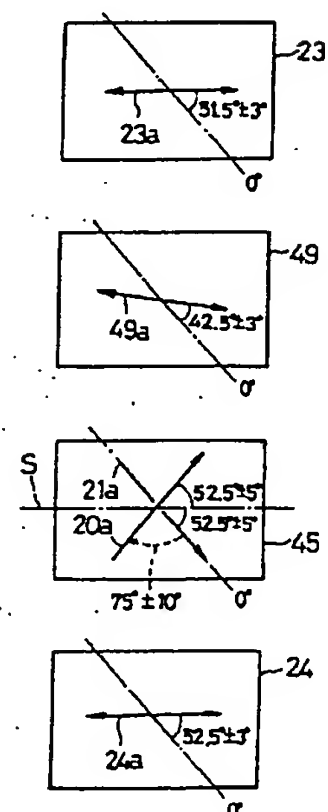
【図16】



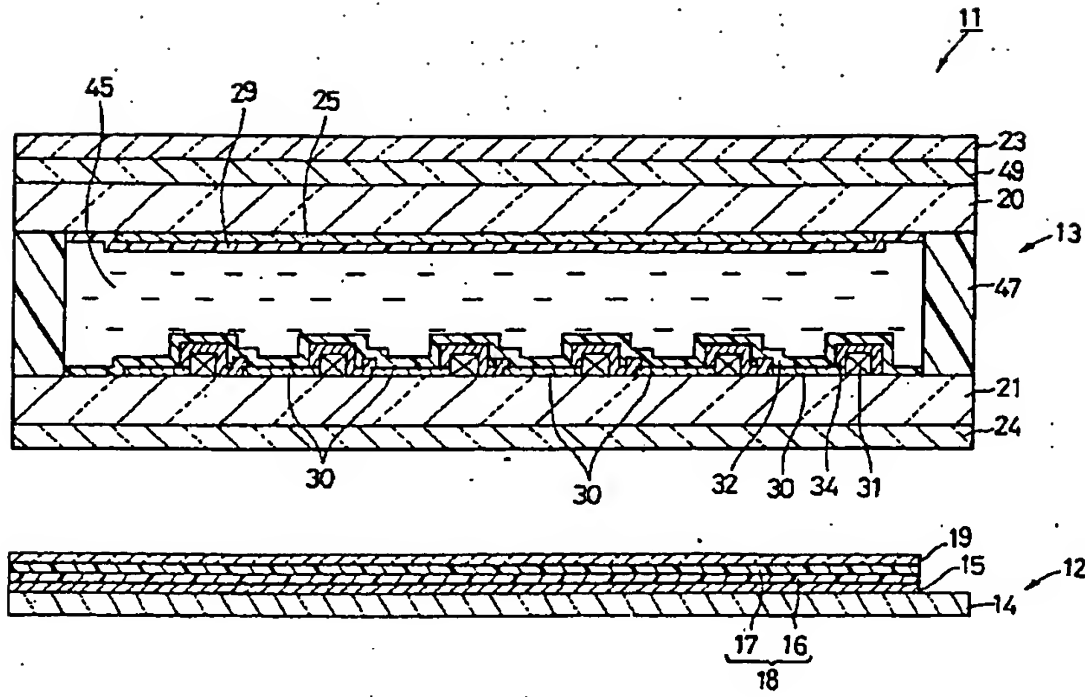
【図18】



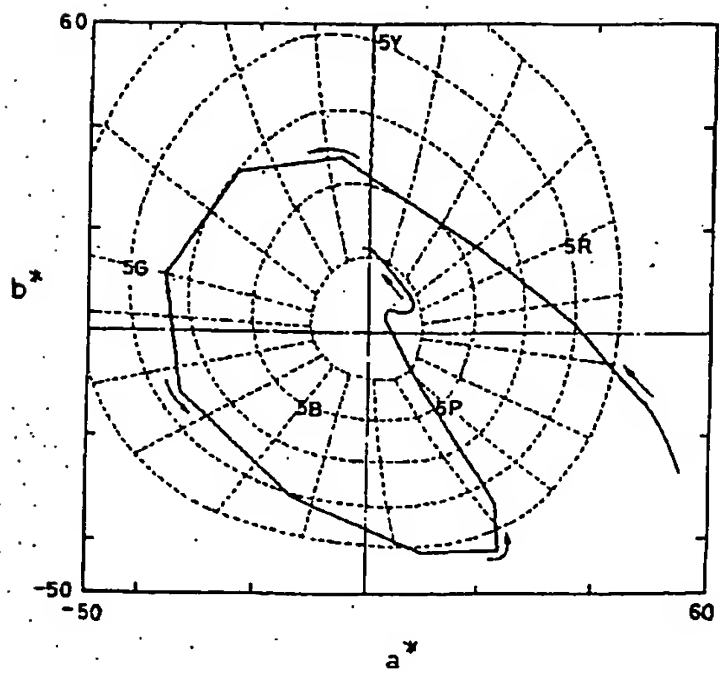
【図20】



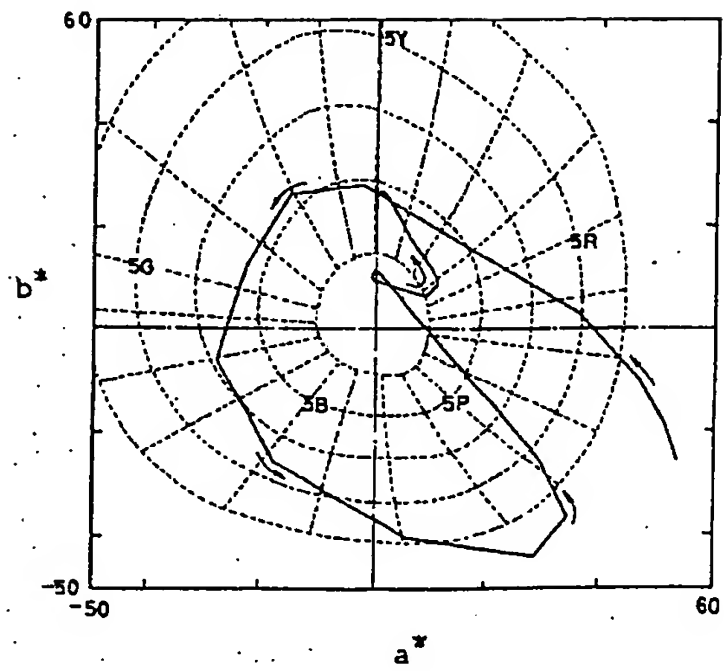
【図17】



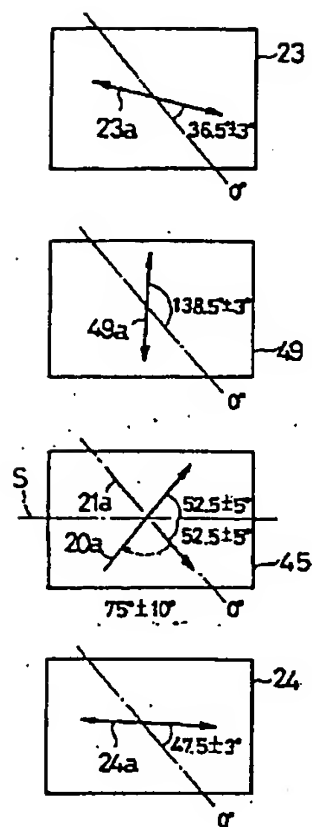
【図19】



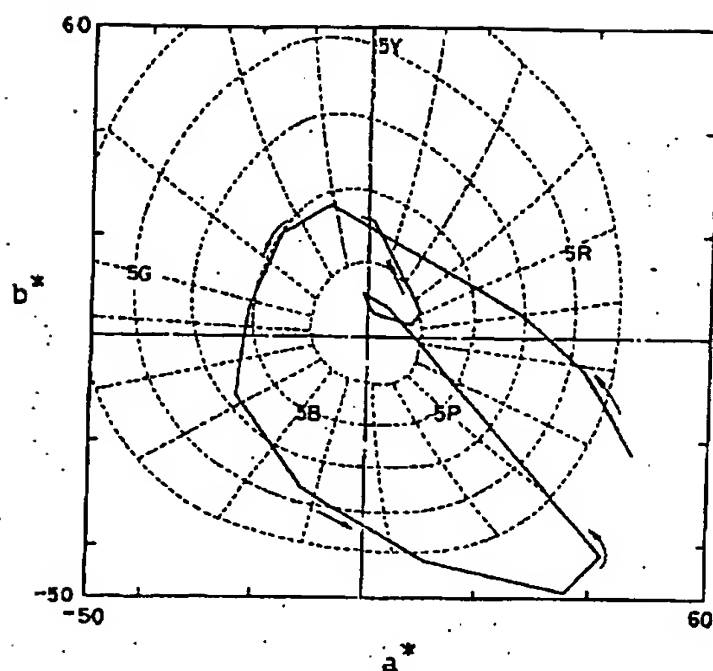
【図21】



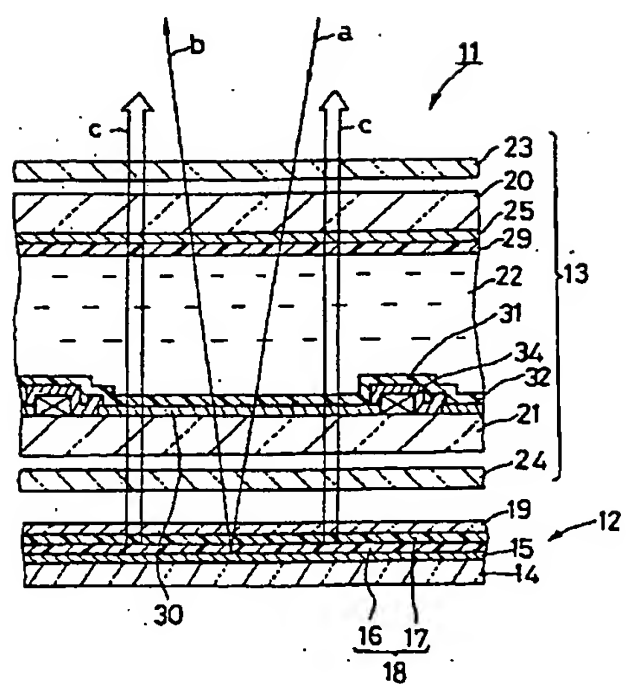
【図22】



【図23】

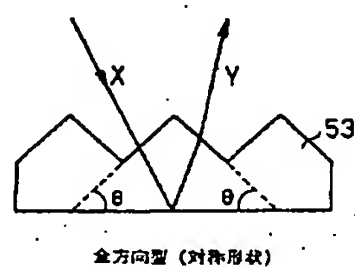


【図24】

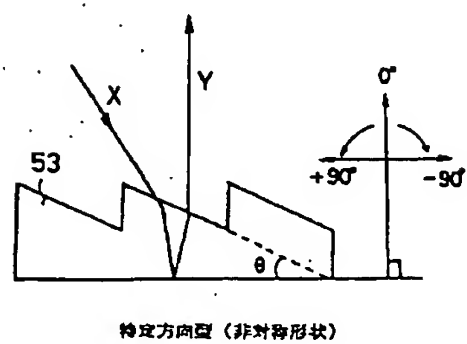


【図26】

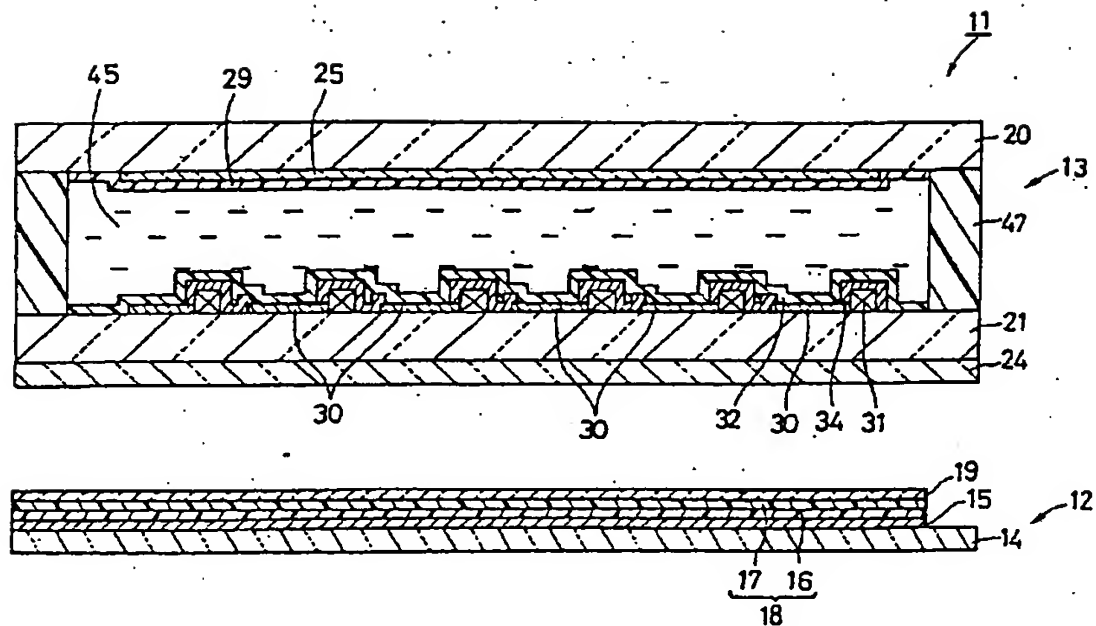
(a)



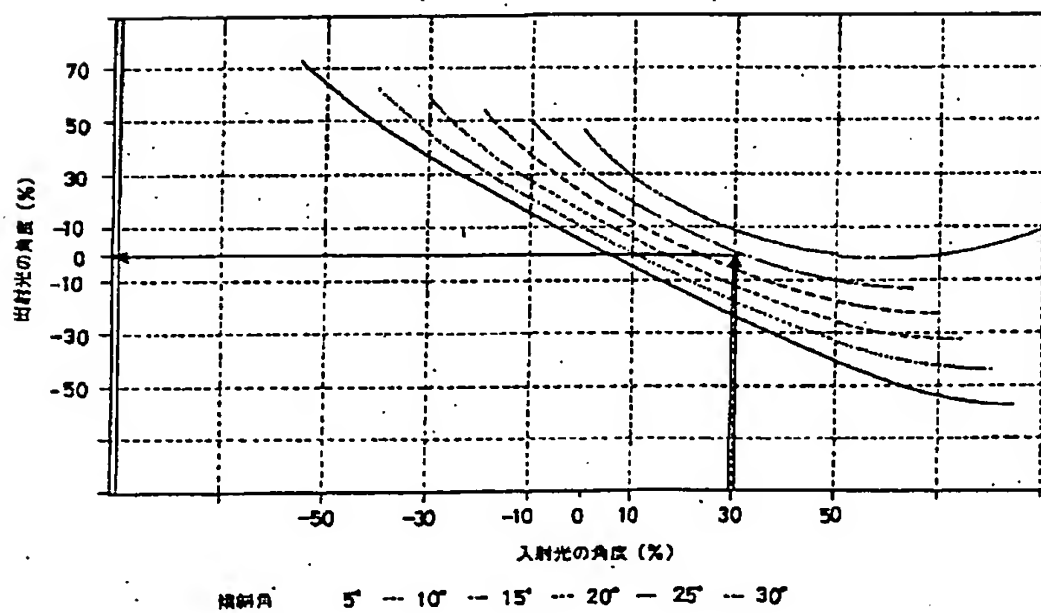
(b)



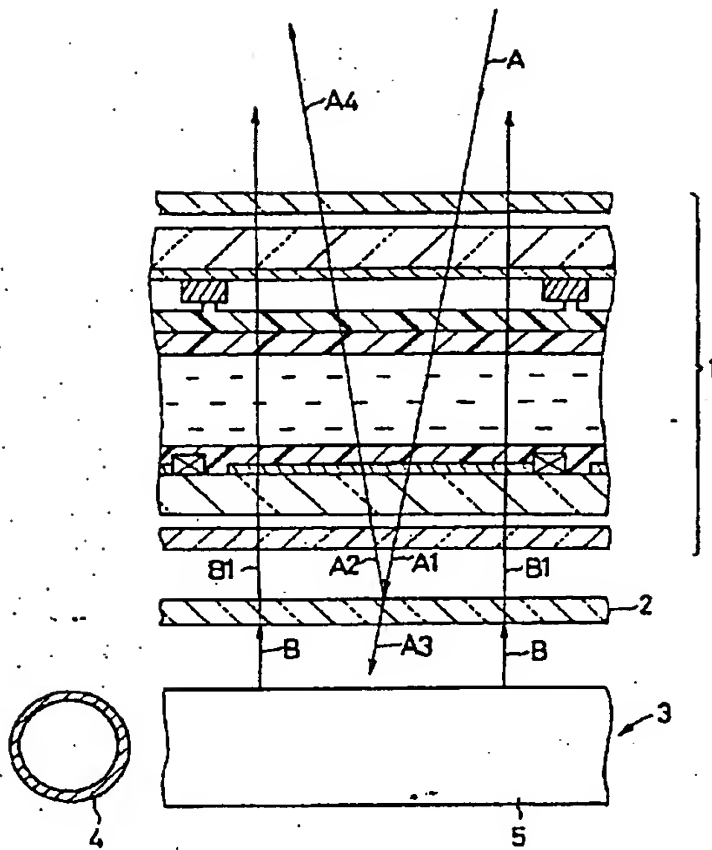
【図25】



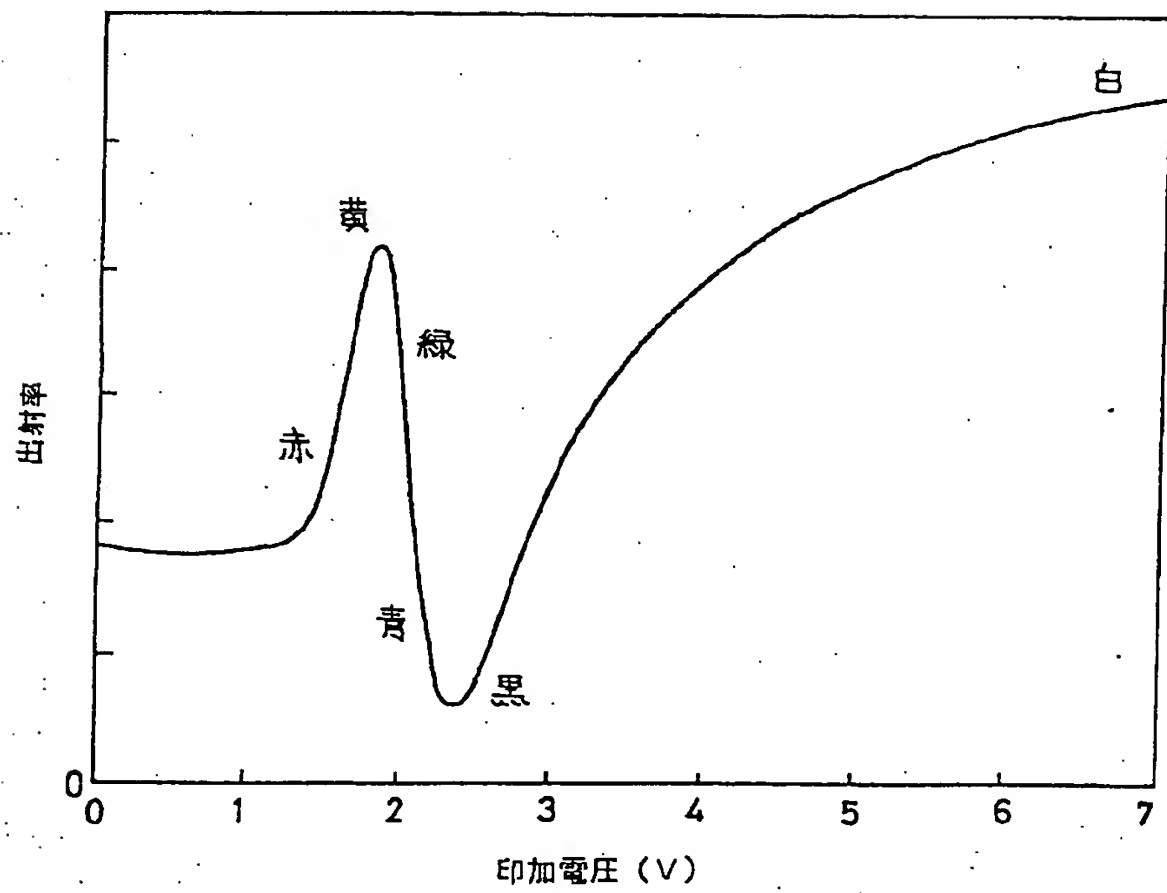
【図27】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 哲志

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ
オ計算機株式会社八王子研究所内

(72)発明者 武居 学

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ
オ計算機株式会社八王子研究所内